SBEA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANAIS DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

UFPb – CNPq – FINEP – BNB – DNOCS – MINAGRI – SAA/PB – CANDE – BRADESCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria para Assuntos do Interior
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Agrícola
58.100 – CAMPINA GRANDE – PB

ANAIS DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANAIS DO 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

24 a 27 de JULHO de 1979

UFPb – CNPq – FINEP – BNB – DNOCS – MINAGRI – SAA/PB – CANDE – BRADESCO

1

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPINA GRANDE - 1980

Reitor

Prof. LYNALDO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

Vice-Reitor

Prof. SERAFIM RODRIGUES MARTINEZ

Pró-Reitor

Prof. SEBASTIÃO GUIMARÃES VIEIRA

Diretor

Prof. GERALDO NUNES SOBRINHO

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

COMISSÃO ORGANIZADORA

Engº Agrº	HAMILTON MEDEIROS DE AZEVEDO (Presidente)
Engº Civ.	ANA MARIA VILAR CAMPOS CATÃO
Estudante	ANTONIO CARLOS GUIMARÃES DE LIMA
Bel.Física	BENTO VILAR DE ALMEIDA
Engº Civ.	FRANCISCO MONTE ALVERNE DE SALES SAMPAIO
Engº Agrº	HANS RAJ GHEYI
Engº Agrº	HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA
Engº Agrº	IVAN TRINDADE
Engº Agrº	MÁRIO EDUARDO RANGEL MOREIRA CAVALCANTI MATA
Engº Agrº	NORMA CESAR DE AZEVEDO
Engº Agrº	PEDRO DANTAS FERNANDES
Comunic.	RAIMUNDO CAVALCANTE RODRIGUES
Bel.Adm.	RUTH DE MORAIS MELO

Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 9, Campina Grande - PB., 1979.
Anais. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1980.
2v. ilust.

1. Engenharia Agrícola - Congressos

CDU 631.4:061.3

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

FUNDADA EM: 13 de setembro de 1965

NÚMERO DE SÓCIOS ATÉ JUNHO DE 1979:

TITULAR	476
JÚNIOR	275
COLETIVOS	13

ENDEREÇO: Caixa Postal, 9 - 13.400 - PIRACICABA - SP

PRESIDENTE: PROF. HAMILTON MEDEIROS DE AZEVEDO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, UFPb
CAMPINA GRANDE-Pb.

SECRETÁRIO GERAL: PROF. DUVÍLIO ALDO OMETTO
ESCOLA SUP. AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
USP - PIRACICABA - SP

TESOUREIRO: PROF. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE
ESCOLA SUP. AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
USP - PIRACICABA - SP

RELAÇÕES PÚBLICAS: PROF. NESTOR CARLOS DOS SANTOS
ESCOLA SUP. AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
USP - PIRACICABA - SP

CONGRESSOS REALIZADOS

I.	PIRACICABA (SP)	-	1967
II.	PIRACICABA (SP)	-	1969
III.	JABOTICABAL (SP)	-	1971
IV.	VIÇOSA (MG)	-	1974
V.	LAVRAS (MG)	-	1975
VI.	SOROCABA (SP)	-	1976
VII.	PELOTAS (RS)	-	1977
VIII.	BOTUCATU (SP)	-	1978
IX.	**CAMPINA GRANDE (PB)**	-	**1979**

PRESIDENTES DAS SEÇÕES TÉCNICAS

1ª - Engenharia de Água e Solo
Presidente: Prof. Francisco das Chagas Nogueira
ESAM - Mossoró - RN

2ª - Construções Rurais
(Não houve apresentação de trabalho)

3ª - Mecanização Agrícola
Presidente: Prof. Luiz Carlos Beduschi
FCAU/UNESP - Jaboticabal - SP

4ª - Energia na Agricultura
Presidente: Prof. Jorge Emigdio Quintero Pinto
UNICAMP - Campinas - SP

5ª - Aviação Agrícola
Presidente: Prof. Sérgio Hugo Benez
FCA - Botucatu - SP

6ª - Topografia, Fotointerpretação e Aerofotogrametria
Presidente: Prof. Gomercindo Gaspar Martins Marques
UFSM - Santa Maria - RS

7ª - Currículo de Engenharia Agrícola
Presidente: Prof. Altir Alves Martins Corrêa
UFRJ - RJ

8ª - Ensino e Política Profissional
Presidente: Prof. Orlando Rego Magalhães Filho
UFPe - Pelotas - RS

9ª - Processamento de Produtos Agrícolas
Presidente: Prof. Gonzalo Roa
UFV - Viçosa - MG

10ª - Organização Científica de Trabalho na Agricultura
Presidente: Prof. César de Melo Mesquita
EMBRAPA - Brasília - DF

- Coordenador das Seções Técnicas
Prof. Hans Raj Gheyi
UFPb - Campina Grande - PB

COMISSÃO ORGANIZADORA DOS ANAIS

- Prof. HANS RAJ GHEYI (PRESIDENTE)
- Prof. HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA
- Prof. MÁRIO EDUARDO RANGEL CAVALCANTI MATA

APRESENTAÇÃO

É com satisfação que temos acompanhado a evolução da Engenharia Agrícola no Brasil. Laços estreitos nos ligam a essa área do conhecimento, pois, como Diretor Adjunto do DAU, participamos da Comissão que a implantou no País e que foi responsável pela elaboração de currículos (1972).

Na atual conjuntura do Brasil, a Engenharia Agrícola veio colaborar ainda mais para o seu desenvolvimento. Num país de grande extensão territorial e, logicamente, extensos problemas, com vocação para a agropecuária, tem que ser dada prioridade ao setor primário, como bem o fez Sua Excelência, o atual Presidente da República.

Realmente, o homem do campo não poderá mais ficar à mercê de condições desfavoráveis em que são conservados seus produtos. Há necessidade de tornar as propriedades mais resistentes às secas; torna-se premente explorar melhor a terra, com máquinas e implementos adaptados à realidade agrária de cada região; nas regiões onde existem inundações, há que se construir barragens; para se diminuir a ação nefasta de atravessadores da comercialização, é necessário que se introduza o sistema de armazenagem a nível de fazenda, combinando-se ao mecanismo da bolsa de mercadoria, de forma a possibilitar negociações diretas entre o produtor e os centros de compra; nas propriedades agrícolas, onde são desfavoráveis as condições de explorações e enormes perdas de alimentos são verificadas, há que se pensar em energização rural.

Todos estes casos patenteiam a importância da Engenharia Agrícola para o nosso País. Ela é a ligação entre dois importantes campos, em países que estão em desenvolvimento: engenharia e agricultura. O Engenheiro Agrícola fornece os conhecimentos de engenharia necessários para o desenvolvimento da agricultura. É a área de profissionalização mais adequada para adaptar fontes de energia à produção agrícola; projetar equipamentos; utilizar solo e água de maneira racional; beneficiar, armazenar e conservar produtos; construir na zona rural e manusear recursos naturais. Enfim, auxiliar a produzir mais, com qualidade superior e a custos menores.

Indispensável se mostra a consolidação cada vez maior do ensino da Engenharia Agrícola no Brasil e, principalmente, que se desenvolvam os núcleos de pesquisa. Temos necessidades urgentes de máquinas e implementos de fabricação nacional, projetados para atender a nossa realidade regional.

Dentre outras, estas foram as razões que levam a UFPb a criar o Curso de Engenharia Agrícola, e a estimular, prioritariamente, as áreas de Irrigação, Armazenamento e Mecanização Rural, considerando as condições da região em que está inserida.

Com relação ao IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, muito honrou a nossa Universidade, a sua realização no "Campus" de Campina Grande - Pb.

Aproveitamos para agradecer ao SBEA, CNPq, FINEP, BNB, DNOCS, MINAGRI, SAA/PB, CANDE, BRADESCO, e a todos os congressistas que, juntamente com a UFPb, tornaram possível que o pleno sucesso fosse obtido.

Lynaldo Cavalcanti de Albuquerque

REITOR

DIÁRIO DA BORBOREMA - 25 DE JULHO DE 1979

INICIADO CONGRESSO

Foi instalado ontem às 17 horas, no Teatro Municipal Severino Cabral, o IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, que reunirá, durante quatro dias mais de quinhentos representantes de vários Estados Brasileiros.

Durante o evento, que foi aberto pelo Reitor Lynaldo Cavalcanti, da UFPb o Dr. Anivaldo Pedro Cobra, assessor do Ministro da Agricultura, Delfim Neto, fez questão de deixar claro o empenho que o titular da Pasta da Agricultura vem fazendo, para poder prover a engenharia agrícola no Brasil, nos meios necessários para que ela se desenvolva adequadamente.

"Todavia - frisou Anivaldo Cobra - Entendemos ser muito importante o desenvolvimento da engenharia agrícola no nosso País, pois não seria possível dar ao Brasil uma agricultura realmente ampla, competitiva, enfim, uma agricultura comercial, sem que nós oferecêssemos, ao nosso agricultor e à nossa agricultura, as condições de infraestrutura necessárias para que a concepção desses objetivos maiores, ao qual vem se propondo o nosso Governo, que conta, sem dúvida, com a colaboração da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola."

Finalizando, disse o assessor do Ministro Delfim Neto, que a Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola "traz, com certeza, nesse Congresso, muitas contribuições, que serão de grande importância para o nosso Governo."

HOJE

Por outro lado, hoje às 8 horas, no Campus II da UFPb, será realizada a palestra de abertura da exposição do Congresso, proferida pelo engenheiro Humberto Manoel de Freitas, Secretário da Agricultura do Estado.

PALESTRA DO SECRETÁRIO DA AGRICULTURA

Engenheiro Agrônomo Sr.
HUMBERTO MANOEL DE FREITAS

AGRICULTURA NO ESTADO DA PARAÍBA

Quero, inicialmente, dizer que o colega Superintendente Regional da Secretaria, Estêfano Barbosa, exagerou um pouco na apresentação. Especialmente no que diz respeito aos trabalhos publicados, porque, na verdade, são trabalhos feitos em co-participação da equipe com que trabalhei no Rio Grande do Norte. Quero também ressaltar que as considerações feitas pelo apresentador com relação aos conhecimentos da agricultura, também podem ter sido exageradas, dado que a própria palestra aqui apresentada vai demonstrar que a coisa ainda continua muito longe de se encontrar o desenvolvimento pleno, e muito distante, realmente, de se promover na sua plenitude de desenvolvimento no setor Agrícola, especialmente na região semi-árida do Estado.

Preparamos, a convite da Coordenação deste Congresso, algumas informações a respeito dos principais programas e das principais ações que se desenvolveu no setor Agro-Pecuário do Estado, através do setor público agrícola. Faço, iniciando essas considerações, procurando dar uma pequena visão a respeito da Economia Paraibana, do posicionamento do setor agrícola dentro desta economia, dos principais projetos especiais e uma idéia dos programas prioritários do Governo do Estado, para o período 80-83. Quero destacar que as considerações que serão apresentadas aqui ENVOLVEM, sem dúvida nenhuma, a ação do Governo Federal, especialmente no que diz respeito ao Ministério da Agricultura, ao Ministério do Interior, à SUDENE, à Universidade Federal da Paraíba, à EMBRAPA, à EMATER, enfim, às empresas vinculadas ao próprio Ministério. Não se pode esquecer que a Economia do Nordeste tem crescido a taxas elevadas nos últimos anos, período a coincidir com a atuação reformadora da SUDENE. No Estado ainda não cresce com a intensidade necessária para que a região consiga, mesmo a longo prazo, vencer a distância, que a separa da economia das outras regiões do País

No caso da Paraíba, este quadro é mais sintomático, a Economia Paraibana não vem acompanhando o ritmo da evolução da economia regional, os baixos níveis de crescimento histórico de que resultou a perda de posição na economia nacional, permaneceram estáveis ou decaíram nos últimos 30 anos, de modo a configurar situação de atraso em relação ao próprio contexto econômico da região. As séries estatísticas referentes à evolução nesses períodos dos produtos básicos da produtividade do emprego da renda, complementadas pelos indicadores de desempenho setorial, são unânimes em demonstrar a constância de comportamentos conservadores e não

raros, regressivos no conjunto da economia do Estado. Isto podemos verificar através dessas transparências que procuramos aqui apresentar, a participação dos incentivos fiscais no período 62-76. Verifica-se que, em 1962, toda a participação dos incentivos fiscais nos artigos, na época 35-18, cem por cento eram administrados pela própria SUDENE. No gráfico podemos observar que em 1976 aconteceu uma verdadeira diluição desses incentivos fiscais, destinados ao desenvolvimento desta região, verificando-se que a SUDENE apenas administrou 19,84% desses incentivos; a SUDAN, 6,3%, o IBDF 20,8%, o PIM 30,7%, o PROTERRA 19,26%, a SUDEPE e a EMBRATUR, 2,6%. Verifica-se, perfeitamente, uma verdadeira diluição nos incentivos fiscais que, em 1976, apenas se concentravam no Nordeste através da administração da SUDENE. Na transparência seguinte, podemos observar que o crescimento renda por setorès no Nordeste é bastante enfático, a posição dos setores de agricultura da indústria de serviços em que se verifica uma verdadeira oscilação no comportamento da agricultura, verificando-se, no período 60-69, um crescimento na taxa de 4,9% com um crescimento decrescente de 5,4%. No ano de 76, destaca-se nessa coluna relativa à agricultura, que todos os anos em que as condições climáticas foram adversas, realmente se verifica um crescimento bastante acentuado, decrescente.

No setor agropecuário, mostramos também alguns indicadores financeiros relativos à receita própria estadual por habitante, e decrescente no período 74/77, quando se inicia com 103 cruzeiros por habitante, em 1977, decrescendo para 90,87 em 1977, comportamento este diferente em relação ao Nordeste. Em relação à própria Nação, outro quadro apresentado para que se possa refletir sobre a economia e sobre os problemas do Nordeste, podemos apresentar a participação relativa da renda interna do Nordeste e verificamos também que no período de 39 a 1970 houve um decréscimo nessa participação da Paraíba na renda interna do Nordeste e, finalmente, um último quadro de ordem mais geral, que nos permite mostrar a renda interna per-capita e a participação relativa da Paraíba versus Nordeste.

Vêem os senhores, perfeitamente, que esses dados procuram realmente demonstrar a realidade que estamos vivendo na região Nordeste, e dentro desta região, particularizando o Estado da Paraíba, dentro do próprio contexto regional, perde posição relativa à medida que se desenvolvem os grandes programas regionais nacionais. Com relação à economia agrícola, o quadro não difere muito da própria economia do Estado, a transferência de capital e mão-de-obra do campo para outra atividade tem-se verificado de modo constante nestes últimos anos, acompanhando a tendência verificada em todo o País, embora exiba taxas de natalidade superiores à média do País, a Paraíba apresenta o menor índice de crescimento demográfico da região. A explicação para o fenômeno não reside apenas na alta taxa relativa de natalidade infantil mas, sobretudo, na intensidade do movimento migratório, e este deslocamento da população atinge, sem dúvida, em sua maior parte, a zona rural Com isto, as taxas de crescimento econômico têm crescido muito mais no setor secundário e terciário da economia em detrimento do setor agrícola, e por isto não explicaria perda de posição do setor agrícola do setor primário, enquanto em outras regiões, quando o mesmo fenômeno ocorre, a agricultura tem reagido positivamente acima do produto interno bruto do País. O que ocorre é a declinante produtividade da agricultura, que atinge os principais produtos de expressão econômica do Estado. Nos quadros que passaremos a apresentar, podemos verificar, em primeiro lugar, a participação dos setores de arrecadação do ICM, que demonstra, perfeitamente, esta situação. Verificamos, de 1974 a 1977, a posição entre o setor primário e o setor secundário dentro da economia paraibana e, daí, podemos perfeitamente constatar que em relação a esse indicado de arrecadação de ICM há, realmente, uma inversão de posição entre o setor agrícola e o setor secundário da economia.

No quadro a seguir demonstramos que uma posição da renda interna por ramos de atividade na Paraíba e no Nordeste, de agricultura, de indústria e de serviços, e podemos verificar, no ano de 1970, exatamente as posições apresentadas no quadro em transparência. Verificamos, por exemplo, a Paraíba com 23% de participação da agricultura, 13% na indústria e 65% nos serviços. Finalmente, um neutro quadro também para reflexão nossa, relativo aos rendimentos dos principais produtos agrícolas do Estado da Paraíba. Verificamos, aí, os dados de produção

e de rendimentos relativos aos produtos de algodão, abacaxi, banana, batata inglesa e cana-de-açúcar, côco da Bahia, feijão, mandioca, milho e sisal, e podemos verificar o quanto é realmente difícil a posição em que se encontram os principais produtos que compõem a economia do Estado da Paraíba. Verifica-se, no caso, o algodão, com rendimento e produção decrescentes; o abacaxi, com produção e rendimento crescentes; a banana, com produção decrescente, embora com algum ganho de produtividade; a batata inglesa, com produção decrescente mas com ganho de produtividade; a cana-de-açúcar, com produção e produtividade decrescentes; o côco da Bahia, com pequena produção e com baixo nível de rendimento; o feijão, com baixo nível de produção e rendimento; a mandioca, com produção crescente e com rendimento decrescente; o milho e o sisal, com produção e rendimento decrescentes. É realmente uma situação que deve fazer com que as autoridades, os técnicos e os políticos, especialmente, reflitam sobre esta situação que estamos atravessando no Estado da Paraíba, principalmente no setor agropecuário.

Entretanto, a par das informações que não tiveram absolutamente a intenção de serem pessimistas, é importante que também se demonstre ou se apresente os esforços que vem o Governo fazendo para enfrentar situações como estas aqui apresentadas. Estamos executando a coordenação de alguns programas especiais que selecionamos para apresentar aqui aos senhores, neste Congresso; refiro-me, especialmente, ao Programa de Áreas Integradas do Nordeste e ao Programa Sertanejo, criados pelo Governo Federal, com vistas especialmente ao desenvolvimento das áreas saneadas do Estado, das áreas serranas, ou seja, das áreas de maior potencial que os Estados do Nordeste apresentassem. Neste slide temos um mapa do Estado, com as áreas representadas de atuação do Programa de Áreas Integradas do Nordeste ou Polo Nordeste. A Paraíba tem em execução, hoje, 5 projetos integrados de desenvolvimento rural: O Projeto do Vale do Piranhas, o Projeto do Rio do Peixe, o Projeto de Teixeira, o Projeto de outras duas áreas objeto do Projeto do Vale do Piancó. As outras áreas representam, aproximadamente, 37% do território paraibano e inclui uma população superior a 70%.

São projetos concebidos dentro de um marco de planejamento realmente bastante avançado, ao que, tradicionalmente, se desenvolvia no Nordeste, seja por duas razões básicas, nós assim consideramos primeiro pela concepção de se trabalhar em áreas integradas, com uma relativa homogeneidade ecológica e, em segundo lugar, pela concepção concentrada da ação governamental dentro de cada uma dessas áreas; todos esses projetos estão planejados segundo três linhas básicas de ação: uma primeira, voltada para o apoio da produção agropecuária, envolvendo todos os instrumentos de política agrícola de apoio à produção; a segunda, área de infraestrutura econômica, voltada especialmente para os programas de eletrificação rural de estradas básicas e vianais, e uma terceira área de concentração e segmentos sociais de infraestrutura social, especialmente a parte de educação rural de saúde e de saneamento básica e sistemas de abastecimento singelos; procuramos, na oportunidade, apresentar, aos senhores, naturalmente de uma forma bastante sintetizada, os resultados até então alcançados na Paraíba. Com a execução desses projetos, dizia eu que estes projetos, criados pelo Governo Federal, tiveram início, na Paraíba, em 1976. O primeiro projeto, analisado e aprovado pela SUDENE, iniciou a sua execução no ano agrícola 76/77; portanto, temos toda ação dos projetos concentrada nas três áreas a que me referi. Com relação à área de infraestrutura e apoio à produção, incluem-se os segmentos de assistência técnica e rural que na Paraíba se implantou durante este período, nos cinco projetos demonstrados, 58 escritórios de assistência técnica com a admissão de 170 técnicos que, atualmente, assistem 17.460 produtores, numa área de 188 mil hectares, com um rebanho assistido na ordem de 116 mil cabeças. Na área da pesquisa agrícola, o trabalho que se desenvolve dentro desses projetos é prioritariamente voltada para a aplicação nas pesquisas aplicadas, considerando alguma tecnologia já gerada a nível dos centros nacionais da EMBRAPA ou a nível da UEPAE. Nas áreas dos projetos transfere-se, sob forma de campos de ensaio experimentais, essa tecnologia gerada nesses centros de pesquisa da EMBRAPA ou da Universidade. Então, neste período instalamos 126 campos experimentais nas diferentes áreas objeto do projeto.

Com relação ao crédito rural, assiste-se, atualmente, cerca de 4.500 produtores rurais com uma inversão na ordem de 130 milhões de cruzeiros e com um dado bastante significativo em relação a esse aspecto do crédito rural; é que cerca

de 62% dos produtores assistidos pelos projetos são pessoas que nunca tiveram acesso ao crédito rural no Brasil. Na área dos insumos agrícolas, programa executado pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agropecuário - CIDAGRO, instalou-se 28 agências de distribuição e comercialização de insumos agrícolas, que comercializou uma tonelada média de 775 por ano. Na área da mecanização, adquiriu-se, com esses projetos, 35 tratores ocupados em preparo de solo, desmatamento, construção de açudes etc. Ainda neste área de apoio à produção, desenvolve-se um programa de cooperativismo em que se assiste, atualmente, 10 Cooperativas no Estado, especialmente voltadas para a prestação de serviços de comercialização de crédito e, agora, entrando na área de mecanização.

Quanto ao armazenamento da produção, construiu-se armazenamento de produção, armazéns coletores nas áreas objeto do projeto, com capacidade de 270 mil sacos. Construiu-se, em Campina Grande, um mercado produtor rural, com vistas a apoiar o sistema de comercialização. Construiu-se quatro mino-mercados voltados para a comercialização da batatinha, na área do projeto do Brejo e se construiu, em Convênio com o Ministério da Agricultura/CIBRAZÉM, um armazém frigorífico no município de Esperança. Também na área do projeto do Brejo temos um trabalho que será desenvolvido junto à Universidade, na utilização do Laboratório de Solos, que apoia o Programa de Assistência Técnica nas Análises do Solo, coletadas na área de produção de sementes, na área de apoio à pecuária com um centro de pecuária localizado no Centro de Ciências Agrárias, com vistas ao apoio à inseminação artificial e à insanidade animal. É um trabalho em que se desenvolve o nome das empresas não agrícolas; esta é uma experiência que nós iniciamos aqui, no Brejo Paraibano, após a constatação de que existem, nesses 15 municípios do Brejo, cerca de 4.000 pequenas empresas sem receberem nenhuma assistência de qualquer espécie, empregando, em média, 3,5 pessoas.

Verificamos que se poderia fazer, realmente, um trabalho na área onde o maior índice de migração do Estado ocorre, que é na área do Brejo, dando-se assistência a essas pequenas empresas não agrícolas, que são representadas por padarias, oficinas mecânicas, barbearia, casas de costura, fábrica de doce e de queijo, de cocada, mas que todas elas oferecem emprego e todas elas têm um custo de emprego bastante baixo e que, realmente, mereceram a atenção do Governo nesse sentido. Neste programa estamos assistindo 147 dessas empresas, já financiando 67 via Banco do Brasil S.A., Banco do Nordeste do Brasil S.A. e o Banco do Estado S.A., com um valor de dois milhões de cruzeiros. Implantação de 13 novas pequenas empresas dessas, com 90 empregos gerados com um custo de emprego na ordem de 7.000 cruzeiros. Comparados a outros programas do Governo, realmente não tem a menor significação, isto posto na área da infraestrutura econômica, destacamos apenas dois projetos que se enquadram nestes programas das áreas integradas ao programa de estradas vianais, o programa de eletrificação rural em áreas prioritárias; neste caso, os resultados até então alcançados demonstram a construção de estradas vianais na ordem de 150 quilômetros de obras de arte, da ordem de 20 km e de obras de artes especiais, na ordem de 40 km. Foram instalados, em eletrificação rural, 290 quilômetros de rede de alta tensão, especialmente margeando os vales com potencialidade de irrigação.

Na área social o trabalho até então desenvolvido em relação à Educação e Saúde, pode-se observar a construção de 81 escolas rurais, todas situadas no meio rural com vagas abertas na ordem de 10 mil estudantes, 340 professores contratados na área de Saúde. Foram construídos 36 postos, geralmente agregados a essas escolas rurais, mas mesmo que isso não ocorra na zona rural, com a capacitação de 316 pessoas, na área de saúde incluindo a assistência de saúde, visitadoras etc. em convênio com o SESP e com a FUSEP, assistindo-se, aproximadamente, 90 mil pessoas nesse programa. Além da ampliação do Hospital Regional em Catolé do Rocha, para apoiar a estrutura disseminada no meio rural nesse município, ou unidades elementares neste programa até março de 75, foram investidos 575 milhões de cruzeiros distribuídos nas três áreas básicas de apoio à produção, de infraestrutura física e 12% à social, ficando essas atividades complementares de convênio, com a Universidade de Administração etc., na ordem de 7%. Esses resultados alcançados pelo Polo Nordeste em seus 5 núcleos de atuação na Paraíba, para o biênio 79/80, temos a satisfação de apresentar, aos senhores, a mesma linha anual dos planos

BIBLIOTECA - UFPB.
CAMPUS VII - PATOS - PB.

operativos, todos eles condensados num tempo plano de acompanhamento a que nós denominamos de plano operativo e todos contemplando esses segmentos de assistência técnica, pesquisa, créditos, insumos, mecanização, cooperativismo etc.

A linha de raciocínio é a mesma, e gostaria de mostrar só a programação financeira relativa a 1979, visto que a composição dos planos operativos é a mesma para este ano de 79. Este programa tem já aprovado recursos pelo Governo Federal, recursos da ordem de 397 milhões, que se distribuirão naqueles cinco projetos a que me referi inicialmente. Por outro lado, o Projeto Sertanejo foi criado em 1976, com o objetivo de desenvolver ou dar condições de desenvolvimento à zona semi-árida do Nordeste. Como sabemos, estas áreas são as mais vulneráveis dentro da economia agrícola do Estado, sendo que quaisquer transtornos e, principalmente, os de ordem climática, trazem prejuízos graves à agricultura dessa região, haja vista a situação atual que estamos atravessando no Estado. Nessa transferência, seguindo a mesma linha de raciocínio que adotamos para o Projeto Polo Nordeste, procuramos demonstrar a atuação desse projeto na Paraíba, onde se incluem 7 núcleos no Projeto Sertanejo, sendo 3 atualmente administrados pelo DNOCS, 3 administrados pela Secretaria de Agricultura, e um quarto, que é o de Santa Luzia, instalado em 79, sob a responsabilidade do Governo do Estado. Os núcleos estão localizados no município de Picuí, Taperoá, Conceição, Souza, Sumé, Curemas e Santa Luzia, distribuídos sob a responsabilidade do Governo do Estado. Os resultados então apresentados, estão expressos especialmente quanto a projetos elaborados, a projetos em execução; com vistas à racionalização desse programa nós gostaríamos de apresentar, aos senhores, a sugestão do Governo do Estado, com relação ao desenvolvimento desse projeto no Estado da Paraíba; achamos que, pela sua própria filosofia, deveria realmente atuar com as suas linhas básicas, abrangendo toda a região semi-árida do Estado e, para isto, em reunião conjunta com o DNOCS e a SUDENE, chegamos à evidência de que esta seria, realmente, a região mais seca do Estado e sobre a qual se deveriam localizar os núcleos do Projeto Sertanejo, no qual implicaria a implantação, nesse período de 80/83, de mais de 7 núcleos e, com isto, estaria coberta a área do semi-árido paraibano.

Esta é a idéia meta programada para o período 79/80, com relação a esse Projeto Sertanejo, já incluindo a programação do núcleo de Santa Luzia. Além desses projetos, que têm o financiamento do Governo Militar, gostaria de apresentar aos senhores o que realmente se está desenvolvendo como apoio institucional à atuação do Governo, na área da agricultura. Nós estamos trabalhando sobre três políticas básicas no Estado da Paraíba: uma política de apoio à produção, em que se incluem os instrumentos ou todo o aparato institucional voltados para a área de assistência técnica, pesquisa de crédito rural e dos serviços auxiliares de mecanização, defesa sanitária e de sementes. Outra política de organização rural sobre a qual se desenvolvem dois trabalhos básicos, um programa voltado para o apoio do desenvolvimento do cooperativismo e, dentro dele, utilizando essas cooperativas como instrumento no desenvolvimento de uma área de programas auxiliares de serviços, como é o caso do crédito, da comercialização da produção da mecanização agrícola; enfim, toda uma série de serviços agrícolas, que podem ser desenvolvidos sobre a utilização desses instrumentos operativos. Uma outra área que diz respeito ao problema da estrutura agrária, a Paraíba tem, realmente, uma das estruturas mais defeituosas do Nordeste e, dentro dela, com áreas prioritárias bastante definidas onde já se esboçam algumas tenções de natureza social especialmente com relação a esse problema agrário. O Governo do Estado tomou a decisão de encaminhar à Assembléia, nesses 30 dias, uma área de terra no Estado da Paraíba, exatamente com vistas a apoiar e ter uma legislação no Estado que permita, ao próprio Estado, quando se fizer necessário, atuar com relação a problemas agrários. Outra política de comercialização e abastecimento, visto que esta é uma área bastante difícil do Estado, onde os processos de comercialização e de mercados - são bastante defeituosos e reais, exige, ainda, por muito tempo, a participação do Governo no processo de comercialização. É realmente alarmante quando se examinam as taxas de margem de comercialização dos principais produtos agrícolas, pela grande participação de uma cadeia de intermediários desnecessária e que, realmente, avulta, sem dúvida, o preço dos produtos. Estamos tendo, realmente, a colaboração da iniciativa privada, através das Cooperativas e pretendemos ampliar, cada vez mais, essa área de atuação de proteção aos preços dos produtos agrícolas, fo-

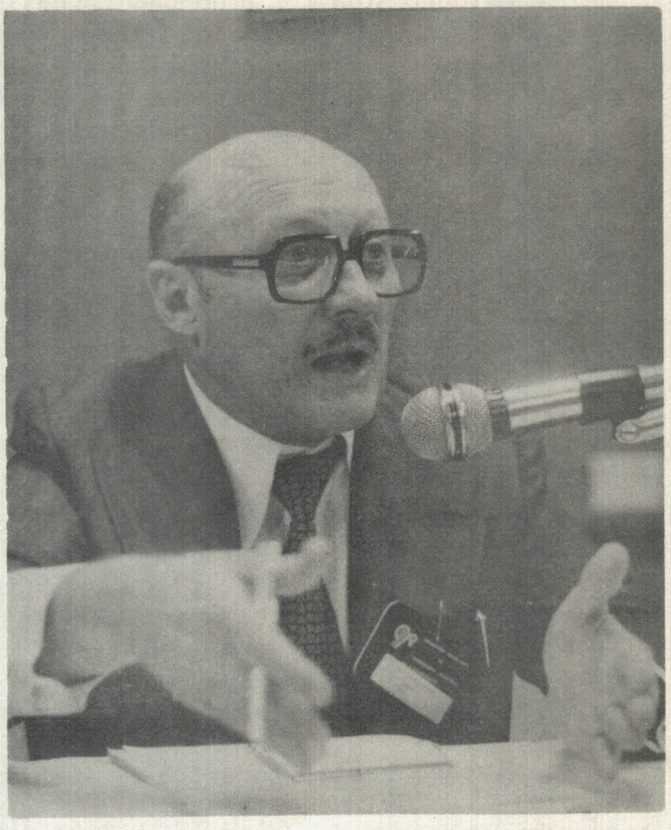
ra essa atuação das Cooperativas. Também nesse sentido se desenvolve um trabalho de regulação de preços, através da CIDAGRO, que atualmente tem distribuído, em quase todo o Estado da Paraíba, postos de compra dos produtos, especialmente dos grãos.

A finalidade básica desse programa é assegurar realmente uma estabilidade do preço do produto agrícola, especialmente de grãos, que são produtos de pequenos agricultores e, naturalmente, os mais vulneráveis a essa cadeia de intermediação desnecessária; esse trabalho já se desenvolve em quase todo o Estado da Paraíba, em Convênio com a COBAL e o INAM, utilizando essa compra para o estoque regulador ou para o programa de desenvolvimento institucional em que se concentra basicamente na área de modernização do setor público agrícola, com um trabalho permanente, uma preocupação constante do Governo e um programa de desenvolvimento de recursos humanos do qual nós queremos destacar a participação neste programa, da Universidade, seja na área de capacitação em nível de pós-graduação, seja na área de treinamento do próprio pessoal técnico existente no setor agropecuário.

Finalmente, uma listagem de programas considerados prioritários nessa administração, voltados para a racionalização da economia algodoeira, com ênfase especial para o aumento da produção e dentro desse aumento, com destaque, o algodão herbáceo. A implantação da cafeicultura no Estado da Paraíba, em áreas como a ecologia permite, cujo zoneamento do IBC indica a implantação desse produto especialmente voltado para o auto-abastecimento do Estado, exclusivamente para isto a racionalização da economia do sisal como outro programa, a introdução do cultivo da mamona, o desenvolvimento da agro-indústria do tomate, nos perímetros de irrigação, a racionalização e integração da economia do abacaxi, o incremento e a diversificação da fruticultura tropical, o côco, a manga, a goiaba, o caju, a integração inter-industrial, especialmente voltada para a produção de bens de consumo; a irrigação a nível da propriedade, iniciando-se este ano com duas experiências em áreas do Piranhas e na área do Piancó, onde se pretende uma intervenção e uma atuação direta a nível da pequena propriedade, utilizando-se os conhecimentos já existentes, seja no DNOCS, seja na Universidade, e levar esses conhecimentos de instalação de pequenos sistemas de irrigação, um projeto de desenvolvimento da piscicultura, seja exterior ou interior. Sabem os senhores que a Paraíba detém, realmente, um grande potencial de aproveitamento de piscicultura, especialmente nas águas interiores, além de possuir, em redor de João Pessoa, cerca de 6.000 hectares e estuários perfeitamente passíveis de serem aproveitados com a criação do pescado, seja os crustáceos, a intensificação da cultura da batatinha, na área do Projeto do Brejo, onde já se desenvolve um trabalho na região, a agro-indústria do álcool, como um programa de prioridade nacional e, também, da Paraíba, e o desenvolvimento da bovinocultura nos Cariris Velhos e na região necessária à oferta de leite. Finalmente, um programa de abastecimento alimentar, onde se pretende, prioritariamente, desenvolver um programa de produção de feijão nas serras de Teixeira, de Araruna e do Brejo. Seriam essas as considerações que eu queria trazer aos senhores; naturalmente me desculpo, porque elas teriam de ser bastante generalizadas e de uma forma bastante sintética, permitindo apenas que, nos debates, alguns esclarecimentos que os senhores por ventura queiram ter, eu me coloco à disposição, seja em relação aos assuntos aqui expostos, seja a qualquer outro assunto relacionado ao setor agricultura.

Muito obrigado

OSVALDO PONTES CONFIRMA NOVA DIRETORIA DO DNOCS



O engenheiro José Osvaldo Pontes, diretor-geral do **DNOCS**, disse ontem, mesmo depois de confirmar a implantação de uma Diretoria Estadual daquele órgão na Paraíba, desconhecer completamente a cidade onde a mesma será instalada, adiantando que o fato ainda continua dependendo da decisão do Ministro do Interior, Mário Andreazza.

O diretor do **DNOCS**, que ontem realizou palestra no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em Bodocongó, dentro da programação do IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, frisou que para se escolher o local em que será instalada a Diretoria Estadual, diversos fatores têm que ser levados em conta, dentre eles os técnicos, administrativos, operacionais, além do problema de recursos, através de investimentos.

"É uma série de parâmetros - disse - que têm que ser analisados no sentido de se tomar uma decisão. Por fim, tem que ser uma decisão superior e política do próprio Ministro Mário Andreazza". Frisou, ainda, que a Diretoria ficaria bem localizada em qualquer lugar, "tanto em João Pessoa como em Campina Grande, desde que haja recursos para o seu funcionamento", acrescentou.

SECA VERDE

Indagado sobre a seca verde, explicou o titular do **DNOCS** que ela existe, e não há como desconhecer que houve frustração de safra. "O inverno foi irregular, houve carência de água em vários municípios, sem ser geral. Mas caracteriza uma seca parcial, o que constata uma frustração de safra agrícola, embora tenha havido, às vezes, a ocorrência de chuvas, algumas tardias, sem pegarem o ciclo vegetativo da cultura."

Face a essas irregularidades, destacou o Dr. Pontes, alguns municípios, inclusive os que foram caracterizados como secos, tiveram ocorrência de chuvas, com a recuperação parcial, enquanto que outros ficaram numa situação mais difícil.

Entretanto, explicou o diretor-geral do **DNOCS**, que o Governo, através da Sudene, continua fazendo uma avaliação da situação de cada município, junto a cada Governo Estadual, sendo posteriormente, adotada providência adequada a cada caso.

José Osvaldo Pontes, que estará seguindo hoje para Fortaleza, durante os debates no Congresso de Engenharia Agrícola, depois de discorrer sobre diversos problemas ligados à região nordestina, notadamente as suas dificuldades, defendeu a necessidade da implantação de diretorias estaduais, com a finalidade de descentralizar mais o poder de decisão.

Disse ainda que o Brasil não tem tradição nem utilização de sistema de irrigamento, processo que foi iniciado um pouco tarde, incentivados apenas, depois de provada a sua importância em outros países. Entretanto, frisou que a tendência agora é aumentar o perímetro de área irrigada e, consequentemente, dando uma maior infraestrutura à agricultura nacional.

IMPORTÂNCIA

Falando sobre a importância do IX Congresso Nacional de Engenharia Agrícola, realizado nesta cidade, afirmou que encontrou de mais positivo, o fato de se reunir aqui, técnicos, "voltados para o problema agrícola de todo o Brasil, numa cidade como Campina Grande, em pleno coração do Nordeste, para conhecer a nossa realidade, e discutir os problemas especificamente da Região, chamando a atenção desses técnicos para a problemática do meio rural nordestino", concluiu.

EFEITOS DAS SECAS

"A seca sempre foi, para o homem nordestino, um fantasma que o persegue durante séculos", adiantou o engenheiro José Osvaldo Pontes, explicando que os "seus efeitos negativos atingem diretamente a população e a economia, fragilmente apoiada em uma agricultura rudimentar. Sempre que a estiagem começa a se prolongar, verdadeiro pânico assola o homem do Nordeste, eliminando suas esperanças e minando suas forças."

- É um círculo vicioso - continuou - A economia é frágil por causa da qualidade do terreno, da semi-aridez do solo e o solo é assim pelas condições climáticas da região. Este círculo fechado transformou o Nordeste em uma região problemática, pobre e classificada pelo Banco Mundial como área negra, ou seja, área de calamidade, de fome e miserabilidade.

FUGIR DO FANTASMA

Vivendo nestas condições - sentenciou - o sertanejo é obrigado a fugir deste fantasma. "Deixando para trás o pouco que conseguiu acumular em sua vida e trazendo, para os grandes centros urbanos, todos os problemas da superpopulação e despreparo infraestrutural. Esta evasão acarreta dramas humanos e sociais sérios e tristes. Apenas para exemplificar, um dado pode significar muito durante a seca de 1970, em Morada Nova, onde hoje está implantado o projeto pioneiro de Perímetros Irrigados, 2 mil das 6 mil pessoas que habitavam a cidade (já desprovida de condições) podiam ser consideradas flageladas ou invasoras. E mais, em Paraípaba, antes da implantação do Perímetro Irrigado Curu-Paraípaba, cada 10 famílias, com 5,5 membros, apresentavam um contingente de migração da ordem de 4 pessoas."

Depois de observar que as pessoas que ficam, começam a receber, por parte do Governo Federal, apoio financeiro que garanta sua alimentação e a possibilidade de começar tudo de novo, o diretor-geral do DNOCS enfatizou que é aí que começa a falta de sentido econômico. "Durante a seca de 1922, uma das maiores que já assolou a região, foram liberadas quantias equivalentes a 15 por cento da Receita total da União. Em 1970, este número chegava à casa de 1,7 por cento das despesas públicas e até agora, com a estiagem que aí está, o Governo já liberou quase 3 bilhões de cruzeiros a fundo perdido. Dinheiro que daria para irrigar muitos hectares e oferecer melhores condições de vida à população."

DIÁRIO DA BORBOREMA - 27 DE JULHO DE 1979

CIBRAZEM: GOVERNO ESTÁ INTERESSADO NO PROGRAMA DE AMAZENAGEM NO PAÍS

"A direção da CIBRAZEM - Companhia Brasileira de Armazenamento, está empenhada em prosseguir, a todo vapor, com os programas Governamentais no desenvolvimento da armazenagem do País. É interesse e preocupação muito grande da atual direção da empresa, o desenvolvimento sensível da armazenagem a nível de fazendas, que nós consideramos a mais importante dentro dos segmentos da armazenagem e que precisa ser desenvolvida com ênfase maior do que o que tem sido feito até agora."

A afirmação é do assessor da Presidência da CIBRAZEM, João Marino Júnior, que veio a Campina Grande para proferir palestra no IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, no Campus II da Universidade Federal da Paraíba, sobre "Política de Armazenamento."

"A preocupação da CIBRAZEM é também fazer com que tudo aquilo que for produzido seja, não só, ou tudo que seja plantado não seja só colhido como comprado e bem armazenado, e proporcionar condições a que a comercialização da produção agrícola no Brasil se faça de uma forma mais racional, mais lógica, em benefício tanto dos produtores quanto dos consumidores, na medida em que, a partir do instante em que nós tenhamos um sistema de armazenagem bem definido, racionalizado e funcionando corretamente, nós teremos afastado a intermediação nociva que existe, que lesa tanto o consumidor quanto o produtor. Estamos também afastando as perdas, as demoras, o estrangulamento que ocorrem nos processos de abastecimento, em suma, a armazenagem estará colaborando para que a produção agrícola brasileira chegue na panela da população o mais depressa e mais barato."

Durante a palestra sobre "Política de Armazenamento", o Assessor da Presidência da CIBRAZEM, João Marino Júnior, fez um levantamento do desenvolvimento histórico da armazenagem no Brasil. "Nós fizemos uma situação da armazenagem definindo funções, etapas e o papel da armazenagem no contexto da agricultura brasileira, fizemos o que foi o desenvolvimento da armazenagem nestes últimos anos."

Sobre o IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, afirmou: "Esse encontro é importante para a Engenharia Agrícola porque é um meio de divulgação é um ponto de encontro dos engenheiros agrícolas, é um palco onde se discute os problemas e onde podem surgir as soluções para o desenvolvimento da Engenharia Agrícola. Para a armazenagem brasileira tem uma importância muito grande, no sentido em que são desenvolvidos nesses congressos vários assuntos de importância e de interesse para a armazenagem no Brasil, principalmente voltada para o setor de desenvolvimento de equipamento, desenvolvimento de técnicas de construção de unidades armazenadoras, e agora mais ultimamente um assunto de importância fundamental que é o uso de fontes alternativas de energia na armazenagem."

O papel da Irrigação no Desenvolvimento do Nordeste, foi a palestra proferida ontem pelo Diretor Geral do DNOCS, José Osvaldo Pontes, para os participantes do IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, no BLOCO CB do Campus II da Universidade Federal da Paraíba, em Campina Grande, quando estiveram presentes, além dos congressistas, o Reitor da Universidade Regional do Nordeste, José Cavalcanti de Figueiredo e o presidente da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Hamilton Medeiros.

Na ocasião, disse o Diretor Geral do DNOCS: "É muito importante que técnicos de todo o Brasil se encontrem em pleno sertão nordestino a discutir os problemas da engenharia agrícola no Brasil."

"Quando se fala no Nordeste, não se pode abstrair o problema da seca. Realmente, a seca é o fenômeno que mais marca a região."

DIÁRIO DA BORBOREMA - 27 DE JULHO DE 1979

TÉCNICO DIZ QUE ACREDITA NA AGRICULTURA COMO UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA

A agricultura poderá ser a principal fonte alternativa de Energia, porque os combustíveis fósseis estão se exaurindo, a única coisa possível para substituir estes combustíveis são aqueles que podem vir da agricultura que renovam ano a ano."

A afirmação é do Sr. José de Lima Accioly, da Secretaria de Tecno-Industrial, Brasília, que veio a Campina Grande para participar de um painel sobre a Energia na Agricultura, no IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.

"No caso particular do problema do álcool no Brasil, a parte principal vem da agricultura. Setenta por cento dos custos da produção de álcool vêm da agricultura, e a agricultura pode colaborar já, com nossa engenharia agronômica, nosso conhecimento na área, podemos praticamente até duplicar a nossa produção com a mesma terra já disponível para a produção de energia, sem afetar a agricultura da alimentação."

Sobre a política do Governo no incentivo à produção de novas fontes de energia, afirmou José de Lima Accioly: "Não é apenas correta a política do Governo, mas é uma questão de sobrevivência, é estrategicamente importante, sem o qual a gente não pode continuar com o trabalho produtivo do País, e o nosso sistema de transporte entraria praticamente em colapso. Essas outras fontes em lugar das alternativas, as convencionais, o carvão por exemplo, que nós temos bastante carvão, é pobre mas nós temos bastante, demorará ainda algum tempo para que ela possa ser aproveitada convenientemente. Essas que estão já sendo incentivadas poderão entrar em operação imediatamente, colaboração ao nosso sistema energético."

"De uma maneira geral, o próprio alimento já é uma fonte de energia de fundamental importância para a sobrevivência do homem, que não devemos esquecer isto, que é a parte principal. A fonte de energia mais necessária para a humanidade é o próprio alimento para a sua subsistência. Agora, de uma maneira geral, entre as fontes de energia mais viáveis da agricultura, o álcool parece ser a mais importante, porque já existe a tecnologia, a tradição, é uma fonte de energia líquida que pode ser usada no sistema de transporte."

Está prevista para hoje, às 16 horas, no Bloco CB do Campus II da Universidade Federal da Paraíba, a palestra do Superintendente da Sudene, Engº Valfrido Salmito, encerrando o IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola que, durante quatro dias, reuniu representantes de vários Estados brasileiros, debatendo os mais sérios assuntos relacionados com a Engenharia Agrícola.

Hoje, das 8 às 10 horas, será realizada a última seção técnica e das 10 às 12 horas o painel "Aviação Agrícola", pela equipe da EMBRAER, coordenada pelo Dr. Ewerton Alexandre Pinheiro Brandão.

Às 14 horas, Assembléia Geral da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, sob a direção do Presidente Hamilton Medeiros de Azevedo. Às 16 horas, palestra do Superintendente da SUDENE e, às 21 horas, jantar de confraternização e show de violeiros no Clube Médico Campestre.

DIÁRIO DA BORBOREMA - 28 DE JULHO DE 1979

SUPERINTENDENTE ADJUNTO DA SUDENE DIZ QUE SECA VERDE FOGE À PREVISÃO

"Nós não temos estudos técnico-científicos que possam prever com alguma antecedência de anos, o episódio de uma estiagem mais prolongada no Nordeste. O que houve este ano, não foi erro de previsão, e sim, irregularidade; choveu em toda a região até fevereiro, sendo que na época de maturação da safra, ocorreu uma completa frustração de chuvas nessas áreas.

A afirmativa foi feita ontem, nesta cidade, pelo Superintendente Adjunto da Sudene, engenheiro José Amado, ao admitir a existência da seca verde em algumas regiões do Nordeste, adiantando que os efeitos, "embora que aparentemente muitas áreas tenham sido cobertas com esse tapete verde, mas a cultura, principalmente de subsistência, teve uma frustração em algumas áreas de quase 80 a 100 por cento", acrescentou José Amado.

Destacou, contudo, que as autoridades federais, aqui na região, através da Sudene, vêm recebendo determinação do Ministro do Interior, Mário Andreazza e do Presidente da República, de continuar dando assistência a todos aqueles que estão sob o flagelo da seca em qualquer local em que ela ocorra.

AÇUDAGEM

O engenheiro José Amado, que esteve ontem em Campina Grande, acompanhado de seu assessor, Arnaldo Roza, para proferir palestra de encerramento do IX Congresso Nacional de Engenharia Agrícola, referindo-se ao processo de açudagem no Nordeste, frisou que o fato teria que ter uma adaptação ao uso da água, que é um fator escasso na região.

"Os grandes açudes - disse - terão que passar a ser utilizados econômicamente, ajustados às nossas condições", explicando que, tratando-se de um fator água, é que não se pode desprezar em termos de Nordeste, afirmando que a exemplo

da industrialização, a açudagem é um segmento importantíssimo no processo de desenvolvimento desta região.

Todavia, disse o superintendente-adjunto, a industrialização ainda não é uma realidade no Nordeste, "nós, inclusive, participamos do Produto Bruto Industrial Brasileiro, em torno de seis a sete por cento, enquanto se considera o nosso potencial humano um terço, já vemos a diferença que temos em termos de produto industrial per-capita", acrescentou, dizendo que a região ainda está iniciando o seu desenvolvimento no setor industrial, com o estabelecimento de uma base para o seu crescimento.

REUNIÃO

Mesmo dizendo que a reunião de ontem do Conselho Deliberativo da SUDENE tratou-se de uma pauta normal, considerou-a bastante proveitosa, tendo em vista principalmente, algumas declarações de governadores, "e muito particularmente o governador da Paraíba", sobre a preocupação da medida de retenção de 10 por cento do óleo para as indústrias.

"O Governador Burity - frisou - fez uma alerta, não só em função de seu Estado, como de todo o Nordeste, que vem sendo tratado igualmente como o resto do País, em termos de contenção do uso do óleo para indústrias. Foram muito oportunas as suas declarações, que levantaram, inclusive, problemas como o da indústria de cimento, uma única da Paraíba, mas que representa muito em termos de receita do Estado, e que se vê prejudicada com essa contenção de combustível."

Explicou que a reunião foi mais uma tomada de posição dos governadores nordestinos diante da crise energética que vem enfrentando o Brasil, de colaborar com o Governo, "mas, de qualquer forma, pediram um tratamento diferenciado para a Região, uma vez que a mesma não concorre para o agravamento da crise energética, pelo contrário, ajuda a amenizar essa situação", concluiu.

BIBLIOTECA - UFPB
CAMPUS VI - PATOS - PB

ÍNDICES

INDICE

VOLUME I

Página

Apresentação I

Cobertura da Imprensa e Palestra do Secretário da Agricultura III

SEÇÃO TÉCNICA: ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO

01. Estudo Frequencial das Necessidades de Irrigação em Quatro Localidades do Estado do Rio Grande do Sul 01
A.T. da SILVA

02. Estudo Comparativo entre Sistemas de Irrigação por Sulcos e Gotejamento na Cultura do Pimentão 15
T.J. CAIXETA, S. BERNARDO, W.D.C. CASALI e L.M. de OLIVEIRA

03. Irrigação por Gotejamento e Fertirrigação com Nitrogênio e Potássio em Tomateiro (Lycopersicum esculentum)..... 27
C.A. da S. OLIVEIRA, O.A. CARRIJO, A.F.L. OLITTA, N.V.B. dos REIS e R.R. FONTES

04. Efeito da Aplicação de Quatro Lâminas de Água em Irrigação por Gotejamento na Cultura do Melão (Cucumis melo L.) 33
T.J. CAIXETA, R. MARINATO, P.C.R. FONTES e R.L. GOMIDE

05. Irrigação por Gotejo em Bananeira Cultivar Prata I - Características Vegetativas e Floração 42
S.L. de OLIVEIRA, E.J. ALVES e R.C. CALDAS

06. Efeito de Diferentes Tenções de Umidade de Solo Sobre a Cultura da Cenoura (Daucus Carota L.) em Fase de Desenvolvimento Ativo do Sistema Radicular 43
W.L.C. SILVA, J.V. VIEIRA e O.A. CARRIJO

07. Efeito de Diferentes Níveis de Umidade do Solo no Ciclo e Produtividade do Algodão Herbáceo (Gossypium hirsutum L.) 48
F.A. de OLIVEIRA

08. Análise das Estimativas de Chuva, para Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios (AL), através da Distribuição Gama e da Média 52
E.R. PORTO, J.K. HANCOCK e L.C.G. BARROS

09. Determinação do Escoamento Superficial em Três Solos do Brejo Paraibano 58
J.F. dos SANTOS e B. FERNANDEZ

10. Balanço Hídrico do Projeto de Irrigação de São Desidério 80
J.J.S. e SILVA e F.A. de OLIVEIRA

Página

11. Fracionamento Isotópico Aplicado ao Estudo de Evapotranspiração 85
P.R. LEOPOLDO, E.MATSUI, E.SALATI e A.P. SOUSA

12. Efeito da Adubação Nitrogenada no Índice de Área Foliar e na Produtividade do Arroz Irrigado (Oryza sativa L.)..... 100
F.A. de OLIVEIRA

13. Prognóstico de Chuva para o Município de Alagoa Nova-Pb 107
E.A. BORGES, B. FERNANDEZ e J. FELINTO

14. Efeito de Diferentes Métodos de Recuperação num Solo com Problemas de Sódio Sobre a Produção e Componentes da Produção de Arroz..... 117
M.J. da SILVA, A.A. MILLAR, S. BERNARDO, J.M. BRAGA e A.R. CONDÉ

15. Determinação da Condutividade Hidráulica em Fluxos não Saturado..... 124
L.F. CAVALCANTE, B. FERNANDEZ e E.A. BORGES

16. Análise de Laterais para Determinação do Número Máximo de Aspersores 134
J.E. QUINTERO e R. VALLDERUTEN

17. Evapotranspiração, Índice de Área Foliar e Desenvolvimento Radicular do Arroz (Oryza sativa L.) sob Irrigação 145
F.A. de OLIVEIRA

18. Determinação da Demanda de Água de Irrigação para a Cultura do Arroz e Potencia Requerida para Bombeamento em solo da Depressão Central 151
P.R.C. ROCHEDO

SEÇÃO TÉCNICA: MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

01. Estudo de Pulverização a Baixo Volume em Citros com Atomizador de Bocais Oscilantes 159
S.SARTORI e A.I. HONDA

02. Desenvolvimento de Atomizador Tratorizado a Baixo Volume para Citros 169
S. SARTORI, J.F.M. FAVA e A.I. HONDA

03. Desenvolvimento de Atomizador Universal a Baixo Volume 179
S. SARTORI e A.I. HONDA

04. Desempenho do Protótipo do Atomizador Universal a Baixo Volume. 184
S. SARTORI, J.L. PEREIRA e A.I. HONDA

05. Colhedeira Mecânica de Café - Estudo do Desempenho 191
S. SARTORI, J.F.M. FAVA e M.V. BASTOS

06. Redução da Evaporação de Gotículas para Pulverizações Agrícolas 198
H.G. CORRÊA e J.V.G. MAZIERO

07. Programação para Emprego dos Arados 206
A.A.M. CORRÊA

Página

08. Medição da Resistência ao Corte do Colmo de Cana-de-Açúcar com Pêndulo Duplo 214
C.S. CHANG, J.A. BERNARDI e J.V.G. MAZIERO

09. Ciclo Operacional de Equipamento de Tração Animal para Transporte de Cana-de-Açúcar em Regiões de Topografia Declivosa..... 224
E.F.S. da COSTA, L.G. MIALHE, W.B. GUEDES e D.E.S. NETO

10. Tratores de Tração em Quatro Rodas - Estudo Preliminar Comparativo de Tração em Duas e Quatro Rodas 238
L.G. MIALHE, T.C. RIPOLI e I.S. MELLO

11. Medidas de Resistência Dinâmica de Grãos 255
C.S. CHANG, E. FENZ e J.A. SOUSA COSTA

12. Influência dos Mecanismos das Colhedeiras e do Manejo da Lavoura de Soja (Glycine max L. Merrill) sobre as Perdas na Colheita e a Qualidade das Sementes 261
C.M. MESQUITA, N.P. COSTA e E.F. QUEIROZ

13. Avaliação da Qualidade do Produto Obtido através da Utilização dos Processos Semi-Mecanizado e Manual de Colheita de Amendoim (Arachis hypogaea L.)..... 274
L.C. BEDUSCHI e N.C. SANTOS

14. Avaliação da Qualidade do Produto Obtido através da Utilização de Dois Processos Mecânicos de Colheita de Amendoim (Arachis hypogaea L.)..... 283
L.C. BEDUSCHI e N.C. SANTOS

15. Exigências de Mão-de-Obra e de Atividade Mecânica em Dois Processos de Colheita do Amendoim (Arachis hypogaea L.) 293
L.C. BEDUSCHI e N.C. SANTOS

16. Análise Econômica de Dois Processos Mecânicos de Colheita do Amendoim (Arachis hypogaea L.)..... 301
L.C. BEDUSCHI e N.C. SANTOS

17. Guincho de Tração Animal para Transporte de Cana-de-Açúcar em Regiões Declivosas - Estudo do Ciclo Operacional e Avaliação de Desempenho 317
P.N.A. BERTO, W.B. GUEDES e L.G. MIALHE

18. Influência do Preparo do Solo na Produção da Soja (Glycine max L. Merrill) 328
C.A. GAMERO, S.H. BENEZ e P.C. MATTOS

19. Influência do Preparo do Solo no Desenvolvimento do Sistema Radicular da Soja (Glycine max L. Merril) 334
S.H. BENEZ, C.A. GAMERO e C. PIEDADE JR.

20. Estudo da Aplicação de Sêga Circular em Sulcadores com Dupla Aiveca 342
S.H. BENEZ, C. PIEDADE JR. e C.A. GAMERO

21. Inovação no Bocal da Pulverização de um Pulverizador Pneumático para Melhor Fragmentação da Calda 348
H.G. CORRÊA

Índice Geral dos Autores i

INDICE

VOLUME II

Página

Apresentação I

SEÇÃO TÉCNICA: ENERGIA NA AGRICULTURA

01. Estudos Elétrico e Mecânico de Emendas de Cabos de Alumínio para Linhas de Eletrificação Rural 353
C. PIEDADE JR., S.H. BENEZ e W.J. FREIRE

02. Emendas de Cabos de Cobre 361
C. PIEDADE JR., G.C.R. PIEDADE e S.H. BENEZ

03. Cargas de Arrancamento em Linhas de Eletrificação Rural 366
C. PIEDADE JR., G.C.R. PIEDADE e S.H. BENEZ

04. Estudo do Comportamento de Diversos Gabaritos em Projetos de Eletrificação Rural 374
C. PIEDADE JR., S.H. BENEZ e W.J. FREIRE

05. Consumo de Energia Elétrica no Meio Rural da Região de Lavras-MG 383
O.J. VIEIRA e D.S. ANDRADE

06. Utilização de Eletrodomésticos e de Motores no Meio Rural da Região de Lavras-MG 393
O.J. VIEIRA e D.S. ANDRADE

07. Ação para Racionalizar o Uso de Combustíveis na Agricultura ... 408
E.O. FINCH e A. BRANDINI

08. Consumo Energético de Mão-de-Obra Rural Brasileira 414
E.O. FINCH

09. Uso da Energia Elétrica na Zona Rural 420
G.J. da COSTA e J.R. GRAZIANO

SEÇÃO TÉCNICA: AVIAÇÃO AGRÍCOLA

01. A Aviação Agrícola na Adubação da Cana-de-Açúcar - Aspectos da Tecnologia Utilizada 433
M.V. de M. MONTEIRO e J.C. CHRISTOFOLETTI

02. Coletador para Produtos Sólidos Aplicados por Avião 442
J.C. CHRISTOFOLETTI e M.V. de M. MONTEIRO

Página

SEÇÃO TÉCNICA: TOPOGRAFIA, FOTOINTERPRETAÇÃO E AEROFOTOGRAMETRIA

01. Levantamento Aerofotográfico de Pequenas Áreas a Baixo Custo 447
J.A. SANT'ANNA

SEÇÃO TÉCNICA: ENSINO E POLITICA PROFISSIONAL

01. Legislação e Ética Profissional para Engenheiros Agrícolas 453
I.S. GERVINI e E.G.C. NEVES

02. Considerações sobre o Ensino da Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Pelotas 458
O.R. MAGALHÃES FILHO, I. HALPERN, I.S. GERVINI, U.F. GALLI, P.R.C. ROCHEDO e E.G.C. NEVES

SEÇÃO TÉCNICA: PROCESSAMENTOS DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

01. Curvas de Equilíbrio Higroscópico do Cacau 465
J.N. da SILVA, J.B. PINHEIRO FILHO, G.C. SEDIYAMA e A.R. CONDÉ

02. Porosidade de Sementes de Cacau durante o Processo de Secagem em Camadas Finas, a 60° e 80°C 475
E.P. do PRADO, T. HARA, J.B. PINHEIRO FILHO e J.T.L. THIÉBAUT

03. Secagem de Sementes de Cacau, em Camadas Finas, a 60° e 80°C 482
E.P. do PRADO, T. HARA, J.B. PINHEIRO FILHO e J.T.L. THIÉBAUT

04. Secagem de Amêndoas de Cacau Relacionada às Teorias de Secagem em Camadas Delgadas 488
J. CUNHA

05. Estudo Experimental de Seca-Aeração de Amêndoas de Cacau em Camadas Finas 504
M.E.R.M. CAVALCANTI MATA e J.B. PINHEIRO FILHO

06. Secagem de Feijão (Phaseolus vulgaris L.) em Camadas Finas a Baixas Temperaturas e seus Efeitos na Germinação das Sementes 519
M.G. BEZERRA SATHLER e J.B. PINHEIRO FILHO

07. Secagem de Raspas de Mandioca com Ar Forçado e Auxilio de Coletores Solares 527
L.G. VILLA, O. BRAUNBECK e G. ROA

08. Programa na Calculadora HP-97/67, para Determinação dos Valores de Concentração em Diferentes Posições do Interior de um Sólido Esférico 537
M.T. MA, L.C. ALVARENGA e P.J. MARTYN

Página

09. Estudo sobre a Convergência da Solução da Equação de Difusão em um Sólido Esférico 544
M.T. MA, L.C. ALVARENGA, J.N. da SILVA e J.R.C. SAGLIETTI

10. Investigation of Air Flow Characteristics of a Simple Platform Drier for Cocoa 551
C.R. Mc DONALD & E.S. FREIRE

11. Características Construtivas e Funcionais de Armazéns Convencionais para Cacau no Sul da Bahia 566
R. SERÔDIO e E.P. do PRADO

12. Estudo da Respiração Pós-Colheita de Algumas Hortaliças do Estado de São Paulo 580
M.A. SILVA e J.L.C. ROCHA

13. Avaliação de Coletor Inflamável de Energia Solar para Aquecimento do Ar 591
R. SINÍCIO e G. ROA

14. Determinação da Difusividade Térmica Aparente de Amêndoas de Cacau 600
B.V. de ALMEIDA, J.B. PINHEIRO FILHO, T. HARA e M. FORTES

15. Determinação de Porosidade para Cacau em Amêndoas 606
B.V. de ALMEIDA, J.B. PINHEIRO FILHO, T. HARA e M. FORTES

Índice Geral dos Autores 613

Participantes do IX CONBEA i

SEÇÃO TÉCNICA

ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO

ESTUDO FREQUENCIAL DAS NECESSIDADES DE IRRIGAÇÃO EM QUATRO LOCALIDADES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL*

Aluizio Teixeira da Silva**

RESUMO

Apresentam-se, no presente trabalho, subsídios básicos para a implantação de projetos de natureza hidroagrícola em quatro regiões do Estado do Rio Grande do Sul, através do estudo frequencial das necessidades de irrigação.

Caracterizou-se o período de seca agronômica utilizando-se o balanço hídrico mensal.

Preparou-se um programa matemático em linguagem FORTRAN IV, que serviu para calcular o balanço hídrico diário para as quatro localidades, com períodos distintos de observações meteorológicas.

Com as deficiências mensais obtidas do balanço hídrico, organizaram-se as séries hidrológicas e as respectivas frequências, tendo-se, em seguida, traçado as curvas necessidades de irrigação x frequências para o período mais seco do ano (novembro a março de um modo geral).

Das curvas necessidades de irrigação x frequências, deduziram-se as probabilidades de ocorrência, de 1 a 5 anos em 10, dos meses de máximo consumo de água.

SUMMARY

This work relates basic resources for the implantation of hydro-agricultural projects in four regions of the State of Rio Grande do Sul, based on a frequencial study of irrigation necessities.

The period of agronomic draught was caracterized using the monthly hydric balance.

A mathematical program in Fortran IV language was prepared in order to calculate the daily hydric balance for the four regions, with distinct periods of meteorogical observations.

Based on the monthly deficiencies obtained from the hydric balance, hydrological series and respective frequencies were found, followed by plotting the curves of irrigation necessities versus frequencies for the driest period of the year (generally from November to March).

From the curves of irrigation necessities plotted versus frequencies, the probabilities of occurence of months of maximum water consumption from 1 to 5 years in ten years, were deduced.

(*) Resumo do trabalho de Tese apresentado ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul, para a obtenção do grau de M.Sc.; a ser apresentado no IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande, PB - Julho de 1979

(**) Professor Assitente, Chefe do Departamento de Engenharia e Vice -Diretor do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

A crescente explosão demográfica, constitui, hoje em dia, um delicado problema que preocupa os organismos governamentais de todas as áreas do globo terrestre, caracterizando, desta maneira, um sério desafio à tecnologia mundial.

Ao setor Agro Pecuário cabe a difícil tarefa de implantar uma nova tecnologia que possibilite, a curto prazo, fornecer à humanidade alimentos em quantidades e qualidades suficientes.

Das diversas técnicas agrícolas que visam o aumento da produtividade, a irrigação é, sem dúvida, uma que participa ativamente do complexo tecnológico sobretudo nas regiões áridas e semi-áridas do globo.

No Brasil, o Plano Nacional de Irrigação, recentemente elaborado pelo Governo Federal, é uma promessa de que os projetos de natureza hidro-agrícola possam, realmente, contribuir com uma grande parcela na produção nacional.

Nas regiões úmidas e semi-úmidas, tal como acontece com o Estado do Rio Grande do Sul, e grande parte do território nacional, a irrigação das terras agricultáveis é uma prática agrícola que tem, como objetivo principal, a suplementação da água necessária para um maior rendimento econômico das culturas, em decorrência da má distribuição das precipitações pluviométricas. Nas citadas regiões, por conseguinte, as necessidades de irrigação podem ser definidas realizando-se um balanço hídrico entre a quantidade de água que sai através da evapotranspiração e a quantidade que entra através da precipitação. As necessidades de irrigação assim determinadas são fundamentais em qualquer projeto racional de irrigação, não só para assegurar à planta a quantidade de água necessária, como também para fornecer subsídios básicos ao dimensionamento de todas as estruturas hidráulicas.

Como a média de valores, geralmente, não espelham a realidade, sobretudo na agricultura, as necessidades de irrigação ficam melhor caracterizadas através da análise de frequência, conhecendo-se, desta forma, valores das necessidades máximas que podem ser atingidas ou ultrapassadas com uma determinada frequência.

Por outro lado, as necessidades de irrigação estudadas sob este aspecto, poderão também fornecer subsídios a uma posterior análise econômica de um projeto específico.

O Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul fez constar em sua programação, projetos experimentais de natureza hidro-agrícola, que deverão ser implantadas em áreas estratégicas do Estado. Assim sendo, o presente estudo tem, como objetivo principal, contribuir, modestamente, com dados auxiliares na implantação de alguns dos referidos projetos, através do estudo frequencial das necessidades de irrigação para Guaíba, Palmares do Sul, Pelotas e Bacia do Arroio Chasqueiro (município de Arroio Grande).

REVISÃO DA LITERATURA

O estudo frequencial das necessidades de irrigação consiste, segundo Saint-Foulc (1968), de uma aproximação por meio da pluviometria e da evapotranspiração médias, seguindo-se um trabalho mais preciso sobre um número reduzido de anos, objetivando determinar as necessidades reais de irrigação.

Particularmente, o irrigante deseja saber qual a quantidade de água que terá de providenciar em, 1 ano em 2, 1 ano em 5 ou 1 ano em 10. Esta indagação será suficiente respondida realizando-se o estudo frequencial das necessidades de irrigação, partindo de dados climáticos e fazendo intervir a capacidade de armazenamento de água no solo, de uma amostra que seja a maior possível para que os valores estimados sejam os mais significativos.

Do estudo, poderão ainda ser deduzidas as necessidades máximas de água que um determinado cultivo deverá receber, segundo a frequência estabelecida. Estes conhecimentos são de importância fundamental no planejamento racional da ir-

rigação, porquanto as obras hidráulicas devem ser suficientemente dimensionadas para que possam transportar a vazão determinada segundo a frequência estabelecida.

A frequência de um evento hidrológico é definida como sendo o número de vezes que ele ocorre em um determinado período.

WIESNER (1970) diz que as frequências das necessidades de irrigação podem ser facilmente determinadas, ordenando-se as necessidades, deduzidas a partir do balanço hídrico, em ordem decrescente. Esta lista ordenada é, então, dividida, por exemplo, em 10 seções iguais, traçando-se uma linha no lugar adequado. A necessidade de irrigação da primeira linha será igualada ou excedida um ano em dez, isto é, necessita-se menos do que isto nove anos em dez. A linha seguinte dá a necessidade de irrigação que é igualada ou excedida dois anos em dez ou seja, oito anos entre dez a necessidade fica abaixo deste nível e assim por diante.

A frequência pode ainda ser determinada utilizando-se um método clássico mais refinado, dado pela seguinte expressão:

$F = m/n + 1$, onde:

F = Frequência do evento hidrológico de ordem **m** que poderá ser igualado ou excedido

m = Número de ordem dos valores ordenados decrescentemente

n = Tamanho da amostra (número de anos de observação).

Comumente, define-se, ainda, o tempo de recorrência ou período de retorno como sendo o período médio entre dois eventos que igualam ou excedem um determinado valor, pelo menos uma vez. Em função da frequência, o período de retorno pode ser determinado pela relação:

$TR = 1/F$ ou $TR = 1/P$, onde **P** é a probabilidade de ocorrência.

PIRES et alli (1972) dizem que, para períodos de recorrência bem menores que o número de anos de observação, o valor encontrado para **F** pode dar uma boa idéia do valor de **P**, mas para grandes períodos de recorrência, a repartição de frequência deve ser ajustada a uma lei probabilística teórica, de modo a possibilitar um cálculo mais correto da probabilidade.

MORETTI FILHO (1965) caracterizou a seca agronômica na zona canavieira do Estado de São Paulo, como base para estudos de irrigação. O autor descreve a referida seca em termos de dias secos em cinco níveis de probabilidade (10 a 50%).

DARLOT (1962) apresentou um roteiro, seguido de um exemplo prático, para a análise de frequência das necessidades de irrigação. O referido autor partiu de uma série de dados de 13 anos de observação, calculou a evapotranspiração potencial, média para o período, segundo TURC (1961) e realizou, em seguida, o balanço hídrico mensal. Logo após, segundo as frequências quinquenal e decenal, refez os cálculos, partindo de valores reais da evapotranspiração potencial durante o período.

Tanto quanto se pode investigar, resultados específicos decorrentes do estudo frequencial de necessidades de irrigação, só foram encontrados os de BORNOZ et alli (1964), citados por SAINT-FOULC (1968). Os referidos autores determinaram as necessidades de irrigação (quinquenal e decenal) para diversas localidades da França.

Considerando que a evapotranspiração, calculada pelas fórmulas empíricas refere-se a valores médios e que, na realidade, o consumo de água pelas plantas poderá acusar um ou mais máximos, devido a causas biológicas e climáticas, necessário se torna corrigir as necessidades de irrigação calculadas através do balanço hídrico. Como as instalações devem ser projetadas em função do mês de máximo consumo, deve-se corrigir, portanto, a cifra correspondente a este mês.

Criddle, citado por GARCIA LOZANO E BERNALDEZ (1964), introduziu um fator de correção visando majorar os cálculos das necessidades de irrigação em fun

ção da dose de irrigação, cujos valores, apresentados por Darlot (1962) são os seguintes:

Dose (mm)	Coeficiente	Dose (mm)	Coeficiente
30	1,60	90	1,23
40	1,48	100	1,20
50	1,40	110	1,17
60	1,34	120	1,15
70	1,30	130	1,12
80	1,26	140	1,10

MATERIAL E MÉTODOS

A - DADOS METEOROLÓGICOS

A etapa inicial de nosso estudo consistiu do levantamento cronológico dos registros diários de precipitação e de dados mensais de temperatura do ar, insolação e umidade relativa do ar, de cada uma das localidades, durante os períodos abaixo enumerados (séries completas).

Para Guaíba, utilizaram-se os dados meteorológicos de Porto Alegre, para Palmares do Sul os de Torres e para a Bacia do Arroio Chasqueiro os dados meteorológicos de Jaguarão. Os referidos dados foram fornecidos pelo Instituto Coussirat Araújo - 8º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura, sediado em Porto Alegre.

O quadro seguinte relaciona as coordenadas dos Postos Meteorológicos e os períodos de observações:

Localidade	Latitude Sul	Longitude W. de Gr	Altitude (m)	Período de Observação
Porto Alegre	30º01'53"	51º13'19"	10	1914 - 1973
Pelotas	31º45'00"	52º21'00"	7	1939 - 1970
Torres	29º20'34"	49º43'39"	43	1922 - 1942
Jaguarão	32º33'32"	53º06'09"	11	1924 - 1963

B - EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Pretendia-se no presente estudo, utilizar a fórmula modificada de Turc (1961), tendo em vista que a mesma vem sendo empregada, sistematicamente, principalmente na França, no cálculo das dotações de água para a irrigação. A este respeito assinala SAINT-FOULC (1968): "as investigações e cálculos realizados pelo Serviço Central de Hidráulica da França, estão todos baseados na fórmula simplificada de TURC (1961." Na Espanha também é a melhor fórmula, conforme comprovam os estudos realizados por HIDALGO GRANADOS (1963) (comunicação pessoal do autor), em diversas regiões do referido país.

Entretanto, só foi possível a aplicação da fórmula em Porto Alegre. Para Pelotas, Jaguarão e Torres, que só possuem dados de temperatura, utilizou-se a fórmula de THORNTHWAITE (1948).

Para a obtenção dos valores de evapotranspiração potencial segundo TURC (1961) utilizou-se o ábaco proposto pelo Serviço Técnico Central de Hidráulica da França, apresentado por POIRRÉ e OLLIER (1970), por nós modificado (Figura nº 1), a fim de adaptá-lo às condições do Estado do Rio Grande do Sul. Esta adaptação é necessária, uma vez que o cálculo indireto da radiação depende das constantes de proporcionalidade próprias de cada região.

C - SOLO
C_1 - Guaíba

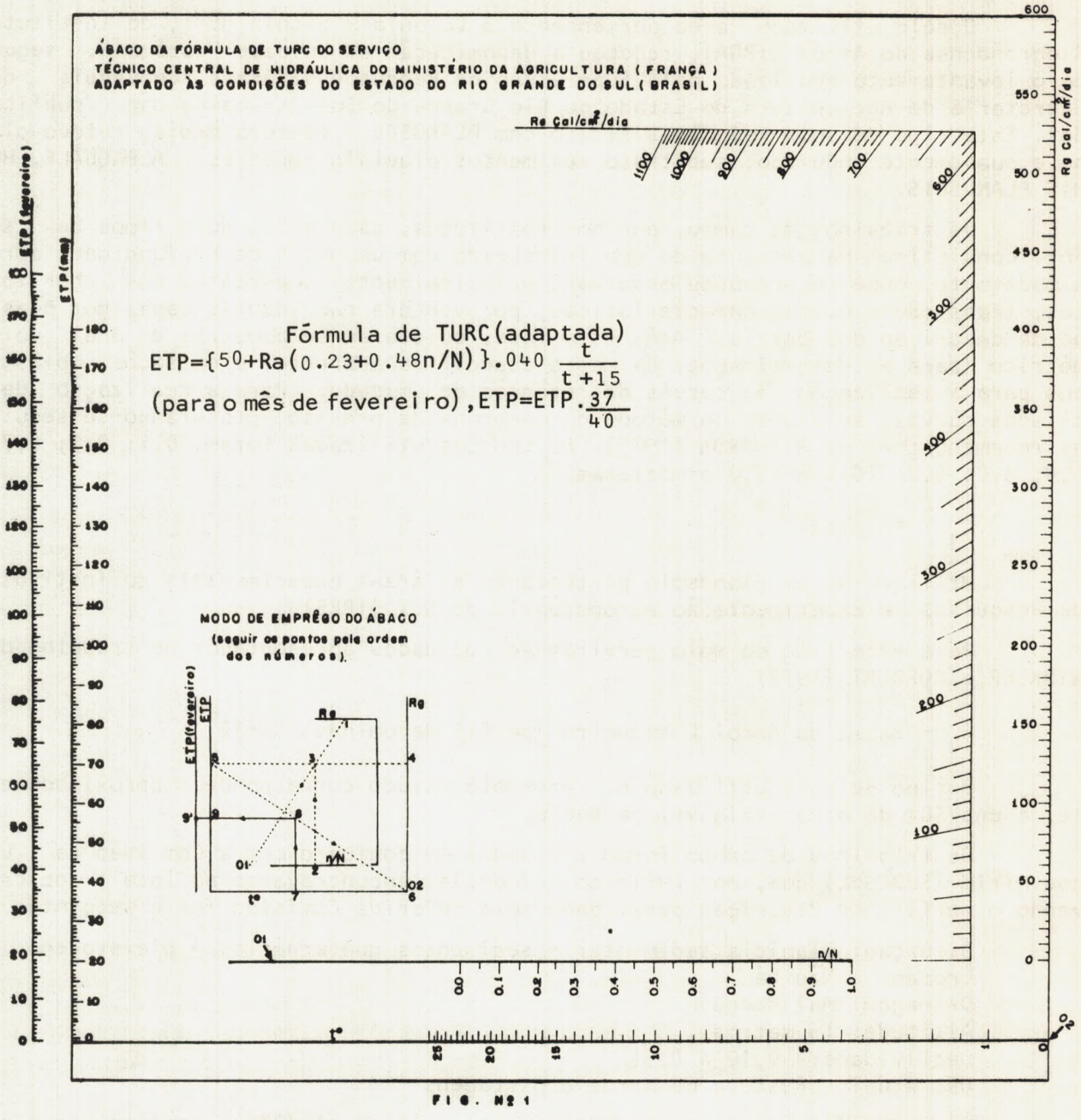


FIG. Nº 1

A unidade de solo acha-se descrita por MELLO et alli (1966), tendo recebido a denominação de Série "Guaíba." A descrição geral dada pelos autores é a seguinte: os solos da Série "Guaíba" são provenientes da sedimentação aluvial, constituídos por horizontes "A" e "BG", com profundidade em torno de um metro. Apresentam-se mal drenados e a presença do lençol freático próximo ou mesmo à superfície durante certas épocas do ano é evidenciada pelas cores cinzentas no horizonte "BG." O horizonte "A" apresenta-se subdividido em "Ap", "A2" e "A3." . Nos horizontes "Ap" e "A3" as cores são bruno e bruno escuro respectivamente. O "BG" também é bruno acinzentado.

C_2 - Palmares do Sul

O solo utilizado, área pertencente à Colônia Rizícola nº 1, do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), recebeu a denominação de Unidade "Vacacaí", segundo o levantamento realizado pela Supervisão de Recrusos Naturais Renováveis da Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (trabalho não publicado). Este tipo de solo foi classificado com PLANOSOL - textura média, relevo plano e suavemente ondulado; substrato sedimentos aluviais recentes. ALBAQUALF, HUMIC PLANOSOIS.

Os trabalhos de campo, por nós realizados, para estes dois tipos de solos, consistiram na abertura de uma trincheira com um metro de profundidade aproximadamente, onde se procurou observar, principalmente, a espessua dos horizontes, transição e outras características, por ventura não identificadas por ocasião da descrição dos perfis. Após esta fase, coletaram-se amostras em anel volumétrico (para as determinações da massa específica aparente) e em sacos plásticos para a realização das curvas de retenção de umidade. Para a realização das citadas curvas, serviu-se do método da membrana de pressão, procurando-se seguir as recomendações de RICHARDS (1965). As tensões utilizadas foram: 0,1; 0,3; 0,7; 1,0; 3,0; 5,0; 10,0 e 15,0 atmosferas.

C_3 - Pelotas

Utilizou-se um Planosolo pertencente às áreas experimentais do Instituto de Pesquisas e Experimentação agropecuária do Sul (IPES).

Para este tipo de solo serviram-se dos dados apresentados no trabalho de WINKLER e GOEDERT (1972).

C_4 - Bacia do Arroi Chasqueiro (perfil denominado CH-32)

O tipo de solo utilizado no presente estudo corresponde, aproximadamente, a uns 50% da área irrigável da bacia.

Os trabalhos de campo foram efetuados em conjunto com a Comissão da Lagoa Mirim (SUDESUL) que, por feliz coincidência, encontrava-se no local descrevendo o perfil. A descrição geral dada pela referida Comissão foi a seguinte:

Situação: Planície sedimentar - sedimentos quaternários - pleistoceno
Erosão: Não há
Drenagem: Mal drenado
Altitude: 15 metros
Declividade: 0,10 a 0,5%
Uso atual: Resteva de arroz e pastagens

Na determinação da reserva facilmente utilizável (RFU), empregou-se a seguinte fórmula:

$$RFU = (RFU_1 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + RFU_n)$$

$$RFU_{1,n} = \frac{Ps - Pc}{100} \times \frac{m}{n} \times pH, \text{ onde:}$$

$RFU_{1,n}$ - Reserva facilmente utilizável, em milímetros

Ps - Teor de umidade do solo, em percentagem, correspondente ao ponto de sucção mínima-máxima produção (0,3 atm), para cada horizonte

Pc - Teor de umidade, em percentagem, correspondente ao "ponto crítico" (valor médio: 3,0 atm), para cada horizonte

m - Massa específica aparente do solo, em g/cm^3

m' - Massa específica da água (1 g/cm^3)

pH - Profundidade do horizonte, em milímetros

n - Número de horizontes considerados

D - BALANÇO HÍDRICO

Empregou-se o modelo descrito por POIRRÉ e OLLIER (1970).

No modelo figuram os valores da evapotranspiração potencial (ETP), da precipitação (P), da diferença (P-ETP) e dos valores correspondentes ao armazenamento de água no solo (ARM) que poderão ser positivos, negativos ou nulos, conforme haja, no solo, água armazenada, deficiência ou equilíbrio, respectivamente

Inicia-se o cálculo no mês em que a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial for igual ou superior à reserva facilmente utilizável (RFU). Com essa precaução, assegura-se que, efetivamente, naquele mês o solo estava com a sua capacidade de retenção de água plenamente satisfeita. Em se tratando de balanço mensal, facilmente se consegue esta situação. Entretanto, para o cálculo diário, dificilmente ocorre uma precipitação que seja igual ou superior à reserva facilmente utilizável. Assim sendo, quase sempre se inicia o cálculo no dia em que o somatório das diferenças (P-ETP) igular ou superar a RFU.

O cuidado de se calcular, inicialmente, a diferença (P-ETP) para os meses ou dias, facilita consideravelmente os cálculos. Uma vez constatado que a reserva do solo satisfeita, procede-se simplesmente, a uma soma algébrica entre (P-ETP) e (ARM) com um valor inicial, logicamente, igual a RFU. Quando aparecer o primeiro valor negativo para o armazenamento, este será o valor correspondente à primeira deficiência (necessidade de irrigação) naquele dia ou mês. Para o balanço do período seguinte, parte-se de um armazenamento nulo.

Para a obtenção das necessidades de irrigação, procedeu-se, inicialmente ao cálculo do balanço hídrico mensal. Esta fase, que constitui um trabalho aproximado, é importante, uma vez que poderá caracterizar de início, os períodos de deficiências de água no solo, bem como eliminar um grande número de anos nos quais não ocorrem déficits consideráveis.

Posteriormente, calculou-se o balanço hídrico diário para todos os meses nos quais o balanço mensal acusava deficiências, objetivando, com isto, determinar as necessidades reais de irrigação. Nesta etapa, realizou-se um estudo prévio da distribuição e quantidade de precipitação para os meses de novembro e março (período em que ocorrem as maiores deficiências). Nos meses em que se constatava uma má distribuição das chuvas ou nos meses em que, embora a precipitação tenha ocorrido mais ou menos uniforme, o mês precedente acusava déficits, bem como nos dias em que ocorriam precipitações superiores à reserva facilmente utilizável, procedeu-se também ao cálculo do balanço hídrico diário, com a finalidade de detectar possíveis deficiências não acusadas pelo balanço mensal.

No cálculo do balanço hídrico diário, adotou-se o critério de não se levar em consideração precipitações diárias inferiores a 2,0 milímetros, pois precipitações desta ordem são, na maioria das vezes, interceptadas pela vegetação, não chegando a atingir, por conseguinte, a superfície do solo.

Obteve-se a evapotranspiração diária dividindo-se a mensal pelo número de dias do mês, sendo, desta forma, um valor constante para cada dia. Este procedimento é, até certo ponto, justificável, pois segundo MORETTI FILHO (1965) "a ocorrência de dias secos é uma função de evapotranspiração acumulada sobre um certo número de dias, os quais tendem a reduzir a um mínimo os efeitos da variação diária."

Na realização do balanço hídrico diário utilizou-se o computador eletrônico IBM/370.

Elaborou-se um programa de linguagem FORTRAN IV (Apêndice). O referido programa realiza, em linhas gerais, o seguinte: imprime o título da programação, o valor correspondente à reserva facilmente utilizável (RFU), os dados de evapotranspiração mensal de cada ano e os dados de precipitações diárias para cada ano.

Como um balanço hídrico não deve sofrer solução de continuidade dentro do período considerado, introduziu-se uma memória auxiliar a que se denominou ANT que permite ligar o armazenamento do primeiro dia de cada mês ou do primeiro dia de cada ano com o armazenamento precedente.

Os resultados fornecidos pelo programa são os armazenamentos diários para cada mês, separadamente, em um único quadro. Fornece também o somatório dos armazenamentos negativos (deficiências) diários para cada mês do ano.

Adverte-se que, antes dos cartões de dados, deve-se colocar dois cartões. O primeiro refere-se ao período em que se quer conhecer o balanço hídrico (ano inicial e ano final), no segundo deve constar o valor da reserva facilmente utilizável.

Os cartões correspondentes aos valores da evapotranspiração potencial mensal devem ser colocados no início de cada ano.

E - ANÁLISE FREQUENCIAL

No cálculo das frequências, empregou-se a fórmula:

F = m/n + 1, expressando-se a frequência em número de anos sobre dez, e permitindo, desta forma, o traçado das curvas necessidades - frequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo acham-se reunidos em forma de gráfico (Figuras 2, 3, 4 e 5) que relacionam as necessidades de irrigação x frequências para as quatro localidades, durante o período mais seco do ano.

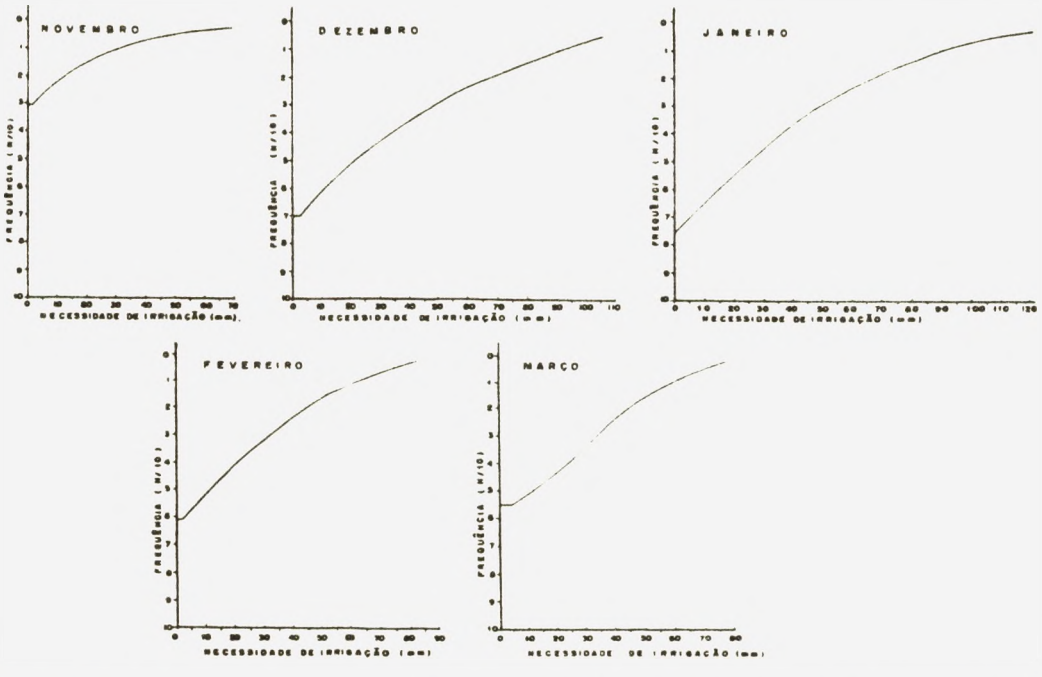


FIGURA 2 - Curvas Necessidades - Frequências (Balanço Hídrico Diário) Pelotas.

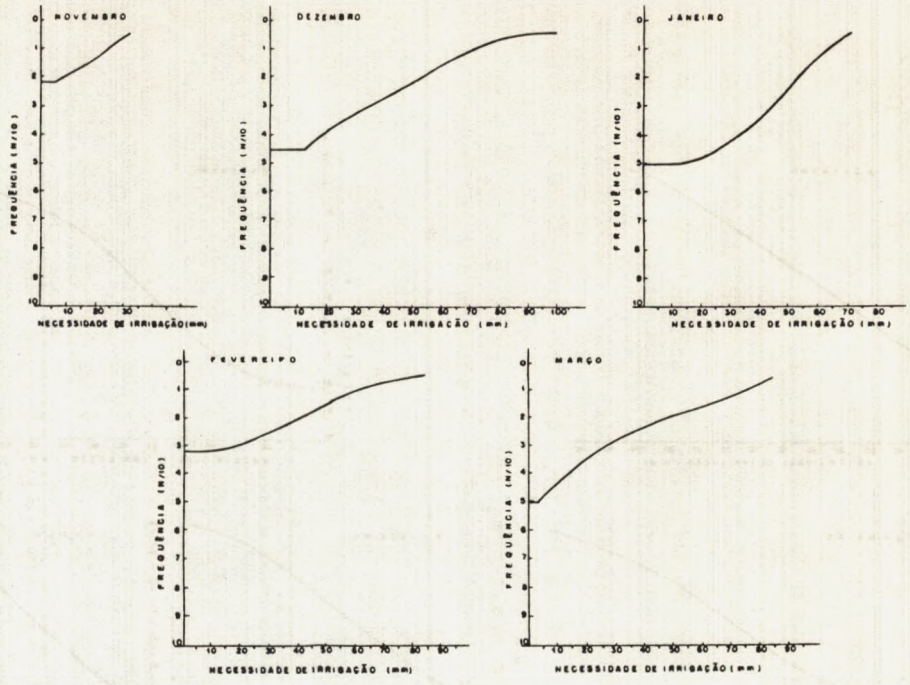


FIGURA 3 - Curvas Necessidades - Frequências(Balanço Hídrico Diário) Palmeira do Sul.

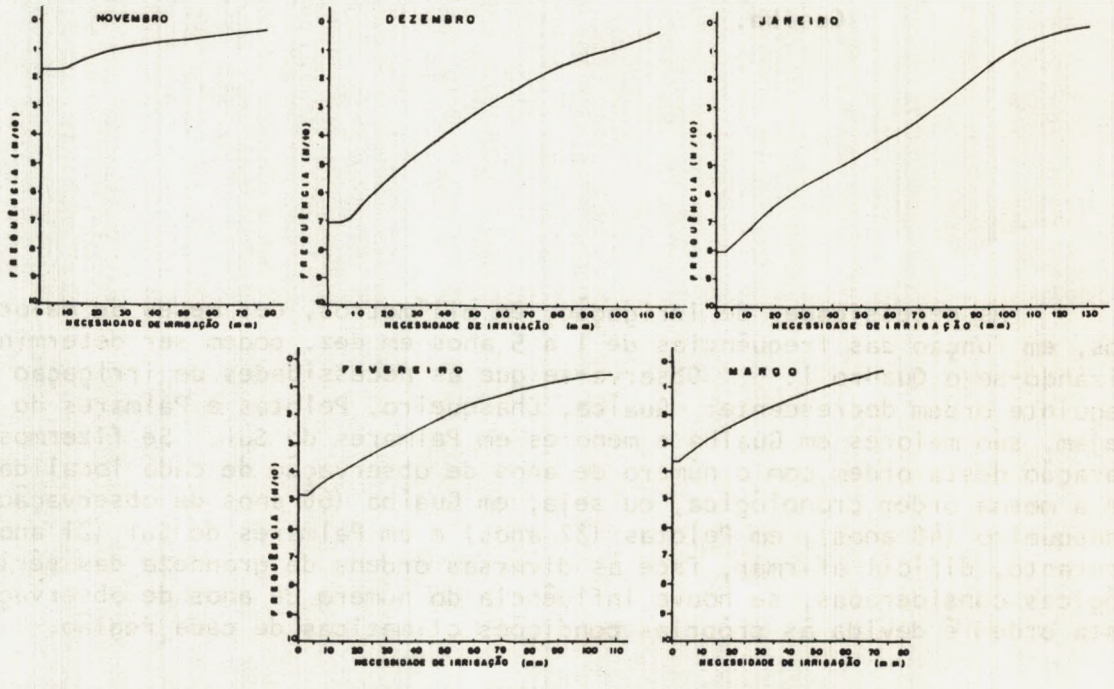


FIGURA 4 - Curvas Necessidades - Frequência(Balanço Hídrico Diário) Bacia do Arroio Chasqueiro

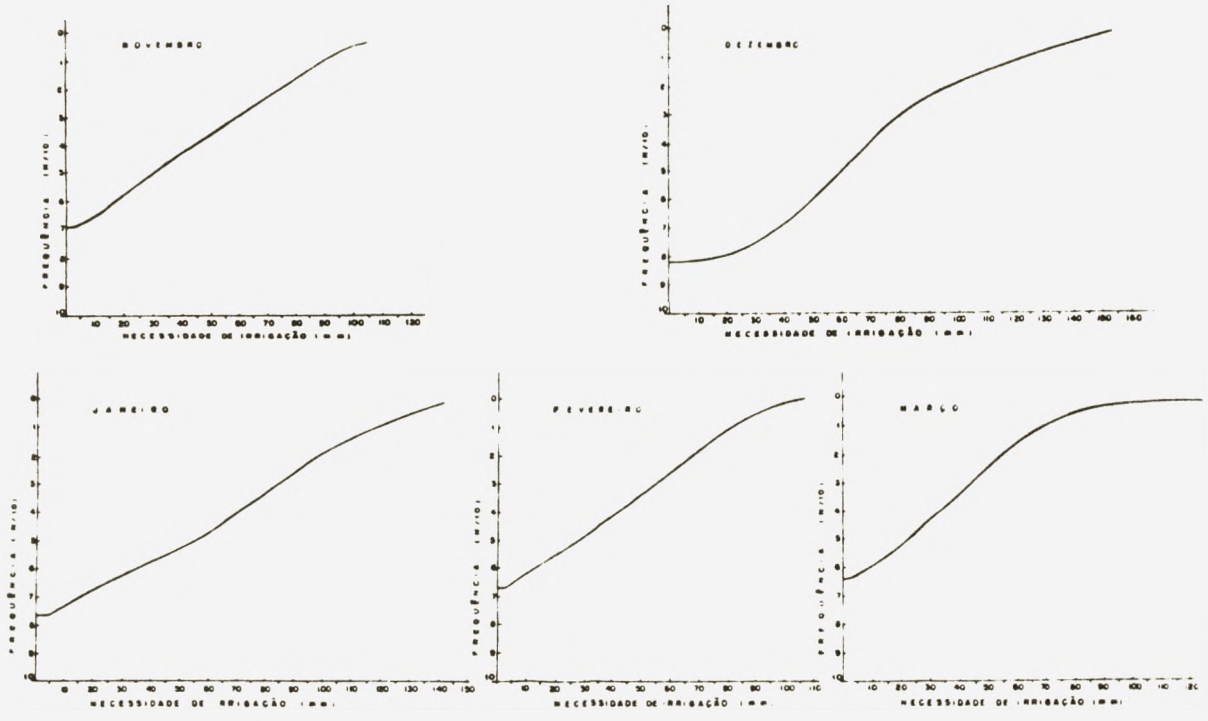


FIGURA 5 - Curvas Necessidades - Frequências (Balanço Hídrico Diário) Guaiba.

As necessidades de irrigação, em milímetros, dos meses de maiores consumos, em função das frequências de 1 a 5 anos em dez, podem ser determinadas utilizando-se o Quadro 1. Observa-se que as necessidades de irrigação seguem a seguinte ordem decrescente: Guaíba, Chasqueiro, Pelotas e Palmares do Sul, ou sejam, são maiores em Guaíba e menores em Palmares do Sul. Se fizermos uma comparação desta ordem com o número de anos de observação de cada localidade, nota se a mesma ordem cronológica, ou seja, em Guaíba (60 anos de observação), em Chasqueiro (40 anos), em Pelotas (32 anos) e em Palmares do Sul (21 anos). É, entretanto, difícil afirmar, face às diversas ordens de grandeza das séries hidrológicas consideradas, se houve influência do número de anos de observação ou se esta ordem é devida às próprias condições climáticas de cada região.

BIBLIOTECA - UFPB

QUADRO 1 - Necessidades de Irrigação (mm) nos meses de máximo consumo

LOCALIDADE	Frequência (N/10)				
	1	2	3	4	5
Guaíba	1,25 (jan)	98 (jan)	84 (jan)	70 (jan)	60 (dez)
Pelotas	94 (dez)	68 (dez)	50 (jan)	36 (jan)	25 (jan)
Palmares	75 (mar)	54 (jan)	44 (jan)	33 (jan)	15 (jan)
Chasqueiro	104 (jan)	90 (jan)	76 (jan)	62 (jan)	45 (jan)

Com relação à consistência dos resultados obtidos, as necessidades de irrigação são bem mais reais em Guaíba, do que em Palmares do Sul, em decorrência do número de anos de observação.

Analisando o Quadro 2, onde constam os valores das necessidades máximas mensais de irrigação e as probabilidades de ocorrências, verifica-se que para a frequência decenal (uma vez em dez anos) ou uma probabilidade 90%, para Guaíba, por exemplo, a necessidade de irrigação será de 1.560 m^3/ha ou 0,581 l/s/ha Isto significa que existe 90% de probabilidade de ocorrer um déficit agrícola menor que 1.560 m^3/ha ou, em outras palavras, existe somente 10% de probabilidade de que a necessidade de irrigação seja igual ou superior a 1.560 m^3/ha. A interpretação das demais probabilidades é idêntica.

QUADRO 2 - Probabilidades de Ocorrências de necessidades máximas de irrigação, em m^3/ha e em l/s/ha.

LOCAL	Neces. Irrigação (unidade)	Probabilidade de Ocorrência				
		90%	80%	70%	60%	50%
Guaíba	m^3/ha	1560	1200	1050	880	750
	l/s/ha	0,58	0,45	0,39	0,33	0,28
Pelotas	m^3/ha	1269	918	675	486	338
	l/s/ha	0,47	0,34	0,25	0,18	0,13
Palmares	m^3/ha	990	710	580	440	220
	l/s/ha	0,37	0,26	0,22	0,16	0,08
Chasqueiro	m^3/ha	1331	1152	973	794	576
	l/s/ha	0,50	0,43	0,36	0,30	0,22

O citado quadro pode fornecer, desta forma, uma base racional para se projetar todas as estruturas hidráulicas de um projeto de irrigação, empregando-se convenientemente a frequência adequada.

Segundo GRASSI (1968) o risco a correr depende do valor econômico do cultivo. Em geral, para a agricultura irrigada, onde se realizam inversões conside

ráveis, deve-se trabalhar com uma probabilidade de 80%, ou seja, com a frequência quinquenal. POIRÉE e OLLIER (1970) procuram dar, à questão, um aspecto mais realista, sugerindo que a melhor frequência deve ser determinada experimentalmente, comprovando o valor da produção com as diversas quantidades de água calculadas em função das frequências. Seguindo este raciocínio, o presente estudo fornece também dados básicos experimentais, que poderão comprovar quais as demandas de água e frequências econômicamente viáveis.

CONCLUSÕES

1. A análise de frequência eliminou o perigo de se trabalhar com valores médios.
2. Face ao número de anos de observação, os resultados obtidos são bem mais consistentes em Gauíba.
3. As maiores deficiências verificaram-se em Guaíba e as menores em Palmares do Sul.
4. Em Guaíba e Pelotas, as maiores deficiências ocorreram nos meses de dezembro e janeiro; em Palmares do Sul, ocorreram em janeiro e março e na Bacia do Arroio Chasqueiro, em janeiro.
5. Em Guaíba, o mês mais seco (dezembro) acusou um déficit de 153 mm e ocorreu em 1948; em Pelotas, janeiro foi o mês mais seco (122 mm) e ocorreu em 1955; em Palmares do Sul, o mês mais seco (dezembro) acusou uma deficiência de 100 mm em 1924; em Chasqueiro, janeiro foi o mês mais seco (131 mm) e ocorreu em 1939. Os anos agrícolas mais secos foram, respectivamente: 1942/43; 1942/43; 1924/25 e 1959/60.
6. Para a probabilidade de 80% de ocorrência, as necessidades de irrigação, segundo a vazão contínua, foram:

Guaíba	-	0,45 l/s/ha
Palmares	-	0,26 l/s/ha
Pelotas	-	0,34 l/s/ha
Chasqueiro	-	0,43 l/s/ha

LITERATURA CITADA

BORNOZ, R. D. Lecarpentier, C. et BESANVAL, G. Estude Freq-entielle des besoins em eua d'irrigation em France metropolitaine, *S.T.C.A.E.* Paris (citado por Saint Foulc, 1968). 1964.

DARLOT, A. La determination des debits d'equipament des installations d'irriga - tiom a partir de l'etude frequentielle des besoins. *B.T.G.R.* nº 55/1. Paris. 1962.

GRASSI, C.J. *Estimación de los Usos Consuntivos de Água y Requerimentos de Riego com Fines de Formulacion y Diseno de Proyetos.* Centro Interamericano de Desarrollo Integral da Águas y Tierras. Mérida, Venezuela. 1968.

GARCIA LOZANO, F. y BERNALDEZ, F.G. *Métodos en Uso y su Empleo para Cálculo de la Evapo-Transpiracion.* Ministério de Obras Públicas. Centro de Estudios Hidrográficos. S.P. 1964. nº 35 - Madrid.

MELLO, O. et alii. Levantamento em séries dos solos do centro agronômico. *Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS.* 1966. Vol. 8, nºs. 1/4.

MORRETTI FILHO, H. *Caracterização da Seca Agronômica na Zona Canavieira do Estado de São Paulo como Base para os Estudos de Irrigação*. Tese de Concurso para provimento efetivo do cargo de Professor Catedrático da 6ª Cadeira, Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo 1965.

PIRES, O.L.; MATTOS, A. e VILLELA, S.A. *Analise Estatistica de Dados Pluviométricos. Anais do II Simpósio Brasileiro de Hidrologia. IPH*. Porto Alegre. 1972. 49-64.

POIRÉE, M. e OLLIER, C.H. *El Regadio*. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona. 1970.

RICHARDS, L.A. *Diagnostico y Rehabilitacion de Suelos Salinos y Sodicos* (Editor). Instituto Nacional de Investigaciones Agricola. Editorial Cultyra T.G.S.A. México. 1965.

SAINT-FOULC, J. d'At. *El Riego por Aspersion*. Editores Técnicos Associados S.A. 1968.

THORNTHWAITE, C.H. An approach toward a rational classification of climate *Geographical Review*, 38 (1): 55-94. 1948.

TURC, L. Evaluation des besoins em eau d'irrigation-evapotranspiration potentielle. *Annuales Agronomique*. nº 1 p. 13-49 (citado por Darlot 1962). 1961.

WIESNER, C.J. *Climate, Irrigation and Agriculture*. Angus and Robertson Ltd Bartholomew Close-London. 1970.

WINKLER, E.I.G. e GOEDERT, W.J. *Características Hídricas dos Solos de Pelotas, Rio Grande do Sul*. Pesquisas Agropecuárias Brasileiras 7: 1-4, 197 p. 1972.

APENDICE

```
IEF3751  JOB /LUCILOU / START 74336.1815
IEF3761  JOB /LUCILOU / STOP  74336.1816 CPU    0MIN 02.16SEC
  FORTRAN IV G LEVEL  21                  MAIN              DATE = 74336          18/15/46                PAGE 0001
 0001                DIMENSION NDIA (12),IEVP(12),EVAP(12),IP(12,31),PREC(12,31),DIF(12
                    1,31),ARM(12,31),SOMAR(12),XMES(24),ESTA(4),POSTO(1)
 0002                DATA XMES/'    ' ' JAN','    ',' FEV','    ',' MAR','    ',' ABR',
                    1'    ',' MAI','    ',' JUN','    ',' JUL','    ',' AGO','    ',' S
                    2ET','    ',' OUT','    ',' NOV','    ',' DEZ' /
                C
                C     IMPRIMIR O TITULO
                C
 0003                PRINT 1
 0004              1 FORMAT(//////////,40X,'* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
                    1 * * * * * * * *',//,40X,'*',57X,'*',//,40X,'*',14X,'B A L A N C O
                    2   H I D R I C O',14X,'*',//,40X,'*',57X,'*',//,40X,'* * * * * * *
                    3 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *'/)
                C
                C     LER PERIODO A CALCULAR E RESERVA FACILMENTE UTILIZAVEL(RFU)
                C
 0005                READ 207, IAINI,IAFIM
 0006              207 FORMAT(10X,I4,10X,I4)
 0007                READ 209, RFU
 0008              209 FORMAT(10X,F4.1)
                C
                C  INICIAR NO DIA EM QUE A DIFERENCA OU O SOMATORIO DAS DIFERENCAS SEJA
                C  MAIOR QUE RFU
                C
 0009                XX=0.0
 0010                SOMA=0.0
 0011                ANT=0.0
 0012                DO 198 JANO=IAINI,IAFIM
 0013                IF(JANO)58,58,57
 0014               57 PRINT 3
 0015                3 FORMAT(1H1,9X,'DADOS DE ENTRADA RFU ETP MENSAL E PRECIPITACOES DIA
                    8RIAS')
 0016                PRINT 4,RFU
 0017                4 FORMAT(//,10X,'RESERVA FACILMENTE UTILIZAVEL (RFU)=         ',F8.2
                    1,//)
                C
                C  LER A EVAPOTRANSPIRACAO MENSAL
                C
```

```
0018              PRINT 5
0019            5 FORMAT(//,10X,'EVAPOTRANSPIRACOES MENSAIS',//)
0020              READ 6, ESTA,(IEVP(J),J=1,12)
0021            6 FORMAT(4A4,1214)
0022              PRINT 7,ESTA,(IEVP(J),J=1,12)
0023            7 FORMAT(2X,4A4,2X,12(14,3X))
                C
                C  LER AS PRECIPITACOES
                C
0024              PRINT 12
0025           12 FORMAT(//,10X,'PRECIPITACOES DIARIAS',//)
0026              DO 23 J=1,12
0027              IDIA2=0
0028              DO 21 IO=1,2
0029              IDIAI=IDIA2+1
0030              READ 8,ESTA,IDIA2,(IP(J,K),K=IDIA1,IDIA2)
0031            8 FORMAT(4A3,12,2X,1614)
0032           21 PRINT 9,ESTA,IDIA2,(IP(J,K),K=IDIA1,IDIA2)
0033            9 FORMAT(2X,4A3,2X,12,2X,1614)
0034             NDIA(J)=IDIA2
0035           23 CONTINUE
                C
                C     INICIO PROPRIAMENTE DITO DO BALANCO HIDRICO DIARIO
                C
0036              DO 51 J=1,12
0037              EVAP(J)=IEVP(J)*0.1
0038              IF(EVAP(J))69,24,69
0039           24 SOMA=0.0
0040              XX=0.0
0041              ANT=0.0
0042              SOMAR(J)=0.0
0043              MM=NDIA(J)
0044              DO 29 K=1,mm
0045           29 ARM(J,K)=0.00
0046              GO TO 51
0047           69 SOMAR(J)=0.0
0048              L=NDIA(J)
0049              DO 49 K=1,L
0050              PREC(J,K)*0.1
0051              DIF(J,K)=(PREC(J,K)-EVAP(J)/L)
```



```
0052              IF(XX.EQ.1) GO TO 40
0053              IF(DIF(J,K)-RFU)16,25,25
0054            16 IF(ANT.EQ.RFU) GO TO 40
0055              IF(DIF(J,K))19,18,18
0056            19 DIF(J,K)=0.0
0057            18 SOMA=SOMA+DIF(J,K)
0058              IF(SOMA-RFU)46,25,25
0059            46 ARM(J,K)=0.00
0060              GO TO 49
0061            25 ARM(J.K)=RFU
0062              ANT=RFU
0063              GO TO 49
0064            40 IF(ANT.GE.O.AND.DIF(J,K).GE.0) ARM(J,K)=ANT+DIF(J,K)
0065              IF(ANT.GE.O.AND.DIF(J,K).LT.0) ARM(J,K)=ANT+DIF(J,K)
0066              IF(ANT.LT.O.AND.DIF(J,K).GE.0) ARM(J,K)=DIF(J,K)
0067              IF(ANT.LT:O.AND.DIF(J,K).GT.O.AND.DIF(J,K).LTRFU) ARM(J,K)=DIF(J),
                  1K)
0068              IF(ANT.LT.O.AND.DIF(J,K).Lt.0) ARM(J,K)=DIF(J,K)
0069              IF(ARM(J,K).GE:RFU) ARM(J,K)=RFU
0070              IF(ARM(J,K).LT.O)SOMAR(J)=SOMAR(J)+ARM(J,K)
0071              ANT=ARM(J,K)
0072              XX=1.0
0073            49 CONTINUE
0074            51 CONTINUE
0075              PRINT 63,JANO
0076            63 FORMAT(1HI,//,30X,'ARMAZENAMENTOS DIARIOS EM MILIMETROS',//,30X,'A
                  7no',2X,14,//)
0077              IF((JANO/4)*4-JANO)10,22,10
0078            22 NDIA(2)=29
0079            10 PRINT 56, (XMES(IJ),IJ=1,24)
0080            56 FORMAT(' DIA',24A4)
0081              PRINT 66,(K,(ARM(J,K),J=1,12),K=1,28)
0082            66 FORMAT(14,12F8.2)
0083              IF(NDIA(2)-28)103,1 03,104
0084           104 K=29
0085              PRINT 66, K,(ARM(J,K),J=1,12)
0086              GO TO 203
0087           203 K=30
0088              PRINT 76.(K,Arm(1,K),(ARM(J,K),J=3,12))
0089            76 FORMAT(14,F8.2,8X,10F8.2)
0090              GO TO 106
0091           103 PRINT 77 , (K,ARM(1,K),(ARM(J,K),J=3,12),K=29,30)
0092            77 FORMAT(14,F8.2,8X,10F8.2)
0093              GO TO 106
0094           106 K=31
0095              PRINT 88, K,ARM(1,K),ARM(3,K),ARM(5,K),ARM(7,K),ARM(7,K),ARM(8,K),ARM(10,K)
                  1,ARM(12,K)
0096            88 FORMAT(14,F8.2,3F16.2,,F8.2,2F16.2)
0097              PRINT 99,(SOMAR(J),J=1,12)
0098            99 FORMAT(//,30X,'DEFICITS  MENSAIS  ACUMULADOS  (MM/MES)',//,4X,12F8
                  1.2)
0099           198 CONTINUE
0100            58 STOP
0101              END
```

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SULCOS E GOTEJAMENTO NA CULTURA DO PIMENTÃO*

T.J. Caixeta
S. Bernardo
W.D.C. Casali
L.M. Oliveira**

RESUMO

Em ensaio realizado no município de Ponte Nova -MG, estudou-se o efeito dos sistemas de irrigação por sulcos e por gotejamento, para uma mesma quantidade de água e frequência de irrigação, sobre as características de produção de frutos maduros e sementes de pimentão (Capsicum annum, L.), cultivar 'Cascadura Ikeda.' A irrigação constou de uma lâmina de água de 4 mm/ dia, com frequência de irrigação de três dias.

O experimento foi conduzido em solo Podsólico Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, no ano de 1977. A cultura foi plantada com espaçamento de 1,0m entre fileiras de 0,4 m entre plantas. As adubações constaram de 50g da fórmula 6-14-8 (N + P + K) + 1g de sulfato de magnésio, por planta, e três adubações por cobertura, constando de 20g por planta da mesma mistura, espaçada de 30 dias. As colheitas, em número de 14, foram feitas semanalmente; a primeira delas no dia 30.06.77.

Pelos resultados obtidos, observou-se que irrigação por gotejamento e por sulcos tiveram igual comportamento quanto à produção de frutos normais, percentagem de matéria seca da polpa incidência de frutos defeituosos, produção de sementes e energia germinativa, quando se forneceu a mesma quantidade de água, num mesmo turno de rega. Os sistemas tiveram comportamento diferente para o peso médio do fruto, sendo que até a metade da colheita o sistema por sulcos foi superior ao sistema por gotejamento, ocorrendo o inverso nas colheitas seguintes. As características estudadas variaram durante o tempo de colheita, havendo diminuição no tamanho do fruto e na energia germinativa, à medida que se distanciava da primeira colheita. A percentagem de matéria seca da polpa foi maior nos frutos colhidos na metade do tempo total da colheita, ocorrendo o inverso para a produção de frutos e sementes.

SUMMARY

In a trial carried out in Ponte Nova 'Município' (MG-Brazil) the effects of irrigation systems through furrow and drip technique was studied on green pepper (Capsicum annuun L.), 'cascadura Ikeda Cultivar' mature fruit and seeds, using he same quantity of water and the same irrigation frequency. The irrigation was through a daily 4mm water blade with a 3 day irrigation frequency.

The trial was carried out in 'Podzólico Vermelho Amarelo Câmbico' Soil, in the year 1977. The crop was planted with a

(*) Parte da Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor

(**) Respectivamente, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de MG.

1m spacing between Rows and 0,4m among plants. Manuring was through 50g of the formula 6-14-8 (N+P+K) + 1g magnesium sulphate per plant, and 3 manures per covering, consisting of 20g of the mixture per plant every of 30th day. The harvests numbering 14, were done weekly, the first of them on the thirtieth of june, 1977.

Through the results obtained, it was observed that the irrigation by drips and furrow had reached equal effect considering the normal fruit production, the percentagem of dry material in the pulp, the incidence of defective fruit, the seed production and germinative energy, when the same amount of water was applied inside the same watering turn. The systems disphayed a differente behavior for the fruit medium weigh being on at up to the first half of the harvest, the furrow was superior to the drip systems, the reserve occuring in the following harvests The studied characteristics varied during the time of harvest, showing a decrease in fruit size and germinative energy in aacordance with the time passed from the first harvest.

The percentage of dry material in the pulp was more important in the fruits picked up during the first half ot the total harvest time, being the contrary for fruit and seed production.

INTRODUÇÃO

A região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais caracteriza-se por uma topografia acidentada, com pequenas áreas planas e adequadas ao cultivo do olerícolas, com pequenos cursos de água, o que leva a crer na possibilidade de implantação de pequenos projetos de irrigação, visando à maximização das produções e produtividades. Entre as culturas promissoras para a região, cita-se o pimentão (Capsicum annuum L.), para o consumo "in natura", bem como para a indústria e a produçao de sementes.

A utilização de irrigação em culturas olerícolas é uma necessidade, mesmo na estação chuvosa, haja vista que tais culturas são bastante susceptíveis a "déficit" de água ocasionado pela má distribuição das chuvas.

A utilização de frutos maduros de pimentão, na indústria de desidratados (pó e flocos) está bem desenvolvida no Brasil. O pimentão em pó é um produto de grande aplicação na indústria de alimentos, tanto de origem animal como de origem vegetal.

A demanda de sementes de pimentão de boa qualidade tem aumentado, verificando-se a ncessidade de produção em escala comercial.

Os rendimentos obtidos, tanto de frutos como de sementes, em campos de produção e na experimentação, para as condições ecológicas da Região, têm-se mostrado promissoras (20 a 30 t/ha de frutos e 100 a 300 kg/ha de sementes), quando comparados com os valores médios obtidos em outros países (SILVA, 1969).

A irrigação por gotejamento é um método de suprir de água as plantas que vêm despertando grande interesse em todo o mundo. Vários trabalhos experimentais e observações de campo mostram que esse sistema permite um bom controle e economia de água aplicada; em algumas condições, tem apresentado produções superiores às obtidas com o uso de outros métodos (OLITTA,1977).

Em cultura de tomate estaqueada, HALL (1974) obteve, sob gotejamento, uma produção de 83 t/ha de fruto comercial, com apenas 792mm de água, contra 1.189mm consumidos no sistema por sulcos, para uma mesma produção. Em outro trabalho, o autor cita não ter encontrado diferença significativa entre os sistemas Para a mesma cultura, GORNAT (1974), cita maiores produções com o gotejamento, quando comparados com os sistemas por aspersão e por sulcos.

A cultura de pimentão, BORELLI e ZERBI (1976) encontraram que para uma

mesma quantidade de água, o gotejamento apresentou maior produção. Idêntico resultado é citado por JAIME (1973), GOLDBERG (1971) e GORNAT (1979), em regiões de clima árido. Resultados contrários foram encontrados por GORNAT et alii (1973), quando compararam os sistemas por aspersão e por gotejamento, utilizando água de boa qualidade e em solos com maior teor de argila.

Segundo NORTHCOTT (1971), a irrigação por gotejamento mantém a zona das raízes em níveis de umidade durante todo o ciclo da cultura, o que é particularmente importante para as plantas muito exigentes de água.

O efeito dos sistemas nos componentes de produção é também citado na literatura. Em pimentão, BORRELLI e ZERBI (1976) obtiveram maiores frutos com o sistema de gotejamento, sendo que, em tomate, HALL (1974) não encontrou vantagens dos diferentes sistemas testados.

A incidência de doenças tem sido relacionada com o sistema de irrigação. HALEVY et alii (1973) citam que, em Israel, tem sido observado o dobro de incidência de podridão radicular (Scletotinia - rot) quando a cultura é irrigada por gotejamento. LE COMPTE (1955) e NOUR (1965) observaram menor incidência de podridão aplicar quando foram mantidos maiores teores de umidade na zona radicular, fator característico desse sistema.

A distribuição da colheita no tempo é bastante importante para a programação da indústria de processamento, uma vez que seu conhecimento permitirá melhor planejamento na industrialização. Para o produtor, essa distribuição é também importante, uma vez que, em se tratando de produto perecível, é necessário um rápido escoamento da produção, o que poderá ser planejado com antecedência, permitindo o dimensionamento das necessidades de mão-de-obra e equipamento da colheita dos frutos e sua embalagem, para extração e preparo das sementes. SOARES (1972) encontrou que as produções foram menores da 6ª semana de colheita, concordando com a distribuição obtida por MASUDA (1966).

Para características de germinação da semente, SPALDON e PEVNA (1966) concluíram que tanto a energia germinativa como a capacidade de germinação da semente não são apreciavelmente influenciadas pelo período da colheita dos frutos, sejam eles colhidos no início ou no fim do ciclo da cultura.

O presente trabalho teve, como objetivo, estudar, por meio de ensaio em campo, os efeitos dos sistemas de irrigação por sulco e por gotejamento sobre a produtividade e algumas características dos frutos e das sementes de pimentões maduros.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental de Ponte Nova, pertencente à rede de bases físicas de experimentação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, localizada a 10 km da sede do município, Zona da Mata de Minas Gerais, ano de 1977.

O ensaio foi conduzido em condições de campo, em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, de acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. O relevo é ligeiramente inclinado, apresentando boa drenagem.

As mudas de pimentão (Capsicun annuun L.) cultivar 'Cascadura Ikeda' foram produzidas em copinhos de papel de jornal, com 6cm de diâmetro e altura de 9 cm, previamente preenchidos com terriço esterilizado com brometo de metila e adubado com 10 kg da fórmula 4-16-8 para cada m^3 do terriço.

O plantio foi feito no dia 28.03.77, semeando-se 5 sementes por copinho, a uma profundidade de aproximadamente 0,5cm. Após o aparecimento da primeira folha definitiva, foi feito um desbaste, deixando-se a planta mais vigorosa. Durante a fase de produção de mudas, foram feitas irrigações diárias, com regador de crivo fino.

O terreno foi devidamente arado, gradeado e sulcado, e 2 dias antes do

transplantio foi feita a adubação inicial, que constou de 50,0g da fórmula 6-14 8 (N-P-K) mais 1,0 de sulfato de magnésio, por planta de pimentão, colocados no sulco de plantio.

O transplantio foi realizado no dia 03.05.77, quando as mudas apresentavam de 6 a 8 folhas verdadeiras, em sulcos distanciados de 1,0m e espaçados de 40cm ao longo da fileira, dando uma população de 25.000 plantas por hectare.

A cultura foi mantida livre de ervas daninhas mediante 5 capinas manuais

Foram feitas três adubações em cobertura, espaçadas de 30 dias, constando de 20g da fórmula 6-14-8 mais 0,4g de sulfato de magnésio por planta e por adubação, colocados ao longo das fileiras das plantas. Aos 45 e 90 dias após o transplante, pulverizou-se com adubo foliar Quelado 8-16-8 + micronutrientes, na razão de 2 litros por hectare. Como fontes de nutrientes nas adubações, utilizaram-se a uréia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio.

Brocas de frutos e insetos da folhagem foram combatidos por meio de pulverizações semanais com Parathion metílico (Folidol), Thimeton (Ekatin) e Malation (Malatol), alternativamente. Para o controle de doenças fúngicas, utilizaram se os fungicidas Maneb e Zineb, em aplicações semanais. Com espalhante adesivo usou-se o Extravon.

Todas as plantas foram estaqueadas individualmente, com estacas de bambu de 70cm, com a finalidade de evitar a queda de plantas, em consequência da ação de ventos fortes. As colheitas foram feitas semanalmente, sendo a primeira delas no dia 30.08.77. Os frutos foram colhidos quando estavam completamente maduros.

Cada parcela experimental foi constituída de três fileiras de plantas, com 8m de comprimento, dando um total de 60 plantas por parcela. As duas fileiras laterais e as duas plantas das extremidades da fileira central constituíram a bordadura, ficando 18 plantas consideradas úteis, numa área de 7,20m^2.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições.

Procurou-se, também, estudar o comportamento das produções em relação ao tempo, sendo que a colheita foi realizada durante os 98 dias transcorridos após o aparecimento dos primeiros frutos maduros.

Para a irrigação do tratamento por sulcos, fizeram-se sulcos nivelados, com extremidades fechadas, sendo a quantidade de água medida por meio de hidrômetros com precisão de 1 litro. Nos tratamentos em que a irrigação era feita por gotejamento, utilizaram-se gotejadores reguláveis manualmente, com vazão de 3 litros por hora, sendo a quantidade de água aplicada medida indiretamente pelo tempo de funcionamento do sistema.

O sistema por gotejamento constou de moto-bomba, filtro de areia, linha de recalque, reservatório de 20.000 litros, caixa de nível constante, tubulação principal, linhas de gotejadores, sendo estes espaçados de 80cm e em número de 10 linhas na parcela. Cada parcela era controlada independentemente, por meio de registros de gaveta, colocados no início da parcela. Periodicamente, revisava-se o esquipamento e se calibravam os gotejadores, de modo que fossem constantes as condições iniciais de funcionamento. A pressão média utilizada foi de metros de coluna de água, condições em que o equipamento apresentou um funcionamento aceitável.

Após a colheita, os frutos foram deixados em repouso durante 2 dias, para completa maturação. Foram classificados em frutos normais e frutos defeituosos, sendo considerados como tal os frutos muito pequenos ou com lesões, os doentes e os picados por pássaros. Ambas as classes foram contadas e pesadas em balança com precisão de 0,1g.

Dos frutos normais, foram separados e pesados os seguintes componentes: polpa, sementes e a parte não aproveitável, constituída de placenta, caule e pedúculo. Tomou-se uma amostra da polpa de aproximadamente 200g, por parcela, e se determinou a percentagem de matéria seca, pela secagem estufa, a 105 - 110°C,

durante 5 dias. As sementes dos frutos normais foram extraídas e colocadas à sombra para secagem, durante uma semana, sendo colocadas, posteriormente, em saquinhos de papel permeável e levados a um dessecador com sílica gel, onde permaneceram durante duas semanas.

Após a secagem das sementes, procedeu-se à pesagem, utilizando balança com precisão de 0,1g. A umidade das sementes foi determinada pelo método da secagem direta em estufa, a 105 - 110°C, durante 48 horas, utilizando-se amostras de 4,0g, com 4 repetições. As sementes apresentaram um teor médio de umidade de 9,17%, com desvio-padrão de ± 0,54.

Os testes de germinação foram feitos de acordo com as recomendações das Regras de Análise de Sementes do Ministério da Agricultura (S.d.), usando 50 sementes sobre papel de filtro, em placas de Petri esterilizadas, com 4 repetições por tratamento. Após distribuição das sementes e umedecimento, as placas foram colocadas em germinador e mantidas 16 horas sob a temperatura de 20°C e 8 horas sob a temperatura de 30°C. Foram feitas duas contagens, a primeira aos 6 e a segunda aos 14 dias depois do início do teste. A energia germinativa foi avaliada pela percentagem média de germinação obtida na primeira contagem.

Os efeitos dos sistemas de irrigação (por gotejamento e por sulcos) foram testados por meio de análise de variância e ajustamento de equações de regressão os dados observados, usando as variáveis quantitativas, produção e tempo de colheita e a variável qualitativa sistema de irrigação, sendo que para esta última foi utilizada a variável 'Dummy' ou zero-um (BEN-DAVID e TOMEK 1975). Foram utilizados modelos estatísticos para ajustamento das equações que permitem variações simultâneas nas declividades e nos interceptos das curvas.

O grau de ajustamento dos modelos aos dados foi avaliado pelos coeficientes de determinação R^2 e pela significância dos coeficientes estimados de regressão, avaliados pelo teste de t, a um nível de significância aceitável de até 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Frutos Normais, Peso Médio dos Frutos, Percentagem de Matéria Seca da Polpa e Produção de Frutos Defeituosos

A análise de regressão aplicada aos dados de produção frutos maduros e normais, indicou que o modelo cúbico descreveu razoavelmente o fenômeno, para o intervalo estudado. Pelos testes estatísticos realizados, verificou-se que o modelo completo da regressão descreveu bem o fenômeno, para os dois sistemas, aos níveis de probabilidade previamente estabelecidos. Como consequência, é válido afirmar que os sistemas tiveram igual comportamento e que, para quantidade de água (4 mm/dia) e turno de rega (3 dias) iguais, os sistemas de irrigação por gotejamento e por sulcos não diferiram quanto à produção de frutos, a um nível de 10% de probabilidade. Tais resultados concordam com os obtidos por GORNAT *et alii* (1973), para pimentão sendo que outros autores encontraram maiores vantagens no sistema por gotejamento, possivelmente em razão de diferentes condições de ensaios, principalmente maiores intervalos de irrigação (na irrigação por sulcos) e regiões de clima árido.

Pela Figura 1, observa-se que a função estimada para produção de frutos apresenta um ponto de inflexão no tempo de 39 dias (3694 kg/ha). A produção mínima deve ocorrer 67 dias depois de iniciada a maturação dos frutos, com uma produção esperada de 2379 kg/ha, desde que mantidas as condições em que foi realizado o ensaio.

A queda de produção a partir da primeira colheita e a ascensão a partir dos 67 dias podem ser atribuídas às características da cultura que apresenta ciclos de floração definidos, pela correlação inversa entre o número de flores e de frutos (MASUDA *et alii*, 1966), sendo que os sistemas testados não apresentaram efeitos diferenciais no ciclo. A tendência da distribuição das colheitas coinci

de com a observada por Soares (1972) para a mesma variedade.

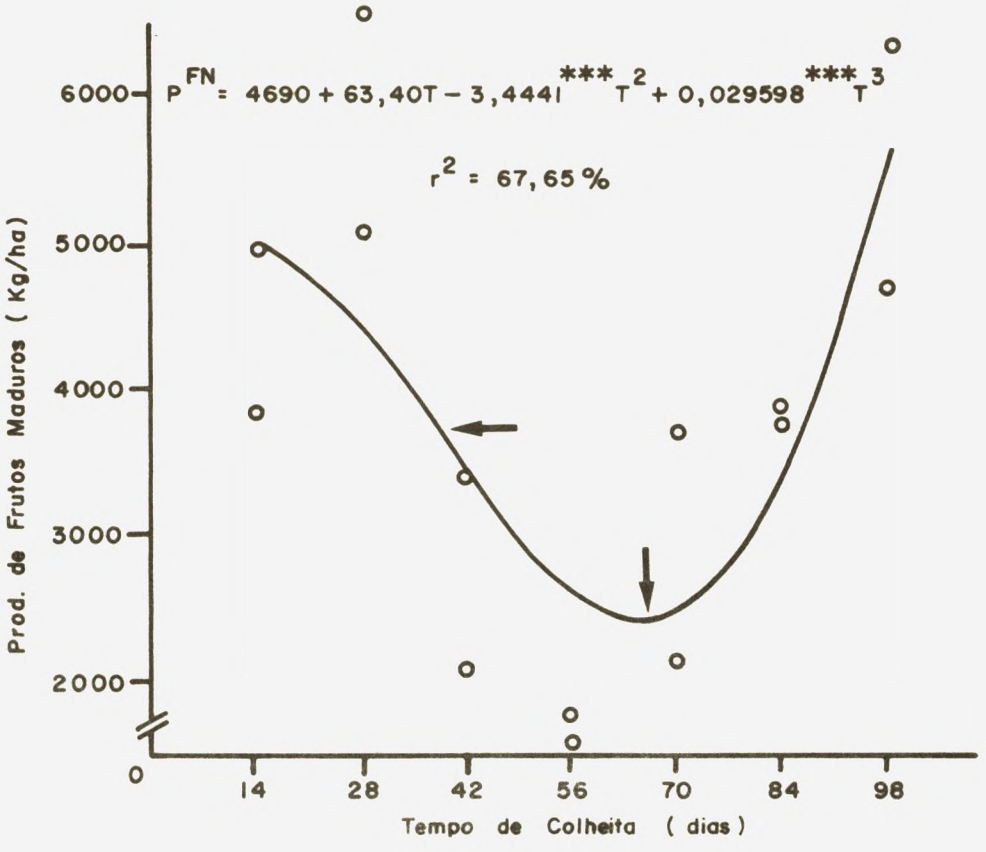


FIGURA 1 - Produção de Frutos Maduros e Normais de Pimentão ($\hat{P}FN$), em função do Tempo de Colheita (T), em Irrigação por Sulcos e por Gotejamento (*** Significativo, ao nível de 10% de probabilidade).

Para a colheita e a manipulação industrial do pimentão, principalmente na separação da polpa dos demais componentes do fruto (cálice, pedúnculo e placenta), é conveniente a produção de frutos maiores.

A análise de regressão aplicada aos dados de peso médio do fruto maduro mostrou que o modelo quadrático expressa bem o fenômeno. Observou-se que o modelo completo da regressão não descreveu o fenômeno, para os dois sistemas, aos níveis de significância de 10% de probabilidade. Consequentemente, os sistemas testados influenciaram o peso médio do fruto.

Pela Figura 2, observa-se as funções de peso médio dos frutos, estimadas para os sistemas por gotejamento ($\hat{P}_G^F$) e por sulcos ($\hat{P}_S^F$). Verifica-se que, no início da colheita, o sistema por sulcos produz frutos maiores até os 52 dias e após 94 dias, sendo que, no intervalo de tempo de 52 a 94,os maiores frutos são produzidos pelo sistema por gotejamento. Observa-se que, em ambos os casos, os frutos são maiores no início da colheita, diminuídos no final, em consequência, possivelmente, da menor disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como do esgotamento natural da cultura. No sistema por gotejamento, o tamanho do fruto tendeu a ser mais uniforme que no sistema por sulcos, o que parece ser uma característica apreciável. Pelas médias do peso do fruto, calculadas pelas funções estimadas, para o intervalo T|14;98|, verifica-se que o sistema de irrigação por sulcos propiciou, em média, frutos maiores (73,8g) que o sistema por gotejamento (71,4 g). Os resultados observados concordam com os obtidos por HALL (1974) em cultura de tomate estaqueado e diferem dos obtidos por BORRELLI e ZERBI (1973) para pimentão, em consequência, possivelmente, das diferenças de ambi

ente em que foram realizados os estudos.

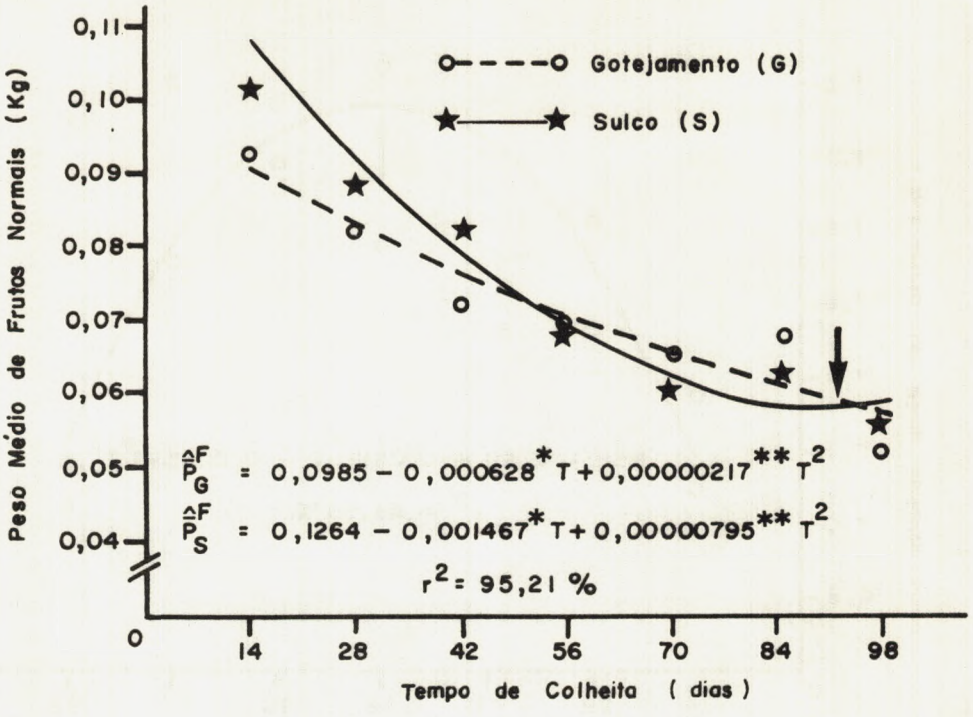


FIGURA 2 - Peso Médio de Frutos de Pimentão Maduros ($\hat{P}^F$), em função do tempo de Colheita (T), em Irrigação por Sulcos e por Gotejamento (*, ** significativo, aos níveis de 1 a 5% de probabilidade.

Pela análise conjunta das Figuras 1 e 2, verifica-se que o número de frutos no sistema por gotejamento, principalmente no início da produção, foi maior que no sistema por sulcos, o que leva a crer que o sistema por gotejamento tem influência benéfica sobre o vingamento de flores e frutos, em consequência de melhores níveis de umidade na zona radicular propiciados por esse sistema de irrigação. É possível que, com práticas culturais adequadas (fertil-irrigação, adubações maiores) os frutos tenham seu peso aumentado, com consequente aumento na produtividade.

A análise de regressão aplicada aos dados de percentagem de matéria seca da polpa de pimentão mostrou que o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou entre os testados. Pelos testes estatísticos realizados, verificou-se que o modelo completo de regressão descreveu o fenômeno nos dois sistemas de irrigação aos níveis de probabilidade pré-estabelecidos. Consequentemente, os sistemas tiveram o mesmo comportamento quanto à percentagem de matéria seca da polpa.

Pela Figura 3, observa-se que a função estimada para percentagem de matéria seca da polpa tem (MSP) um valor máximo (MŜP = 8,16%) quando o tempo após o aparecimento dos primeiros frutos maduros é de 56 dias. Considerando que a polpa é o maior componente do fruto,em peso, observa-se, pelas declividades das curvas de produçao de frutos e de percentagem de matéria seca da polpa, que há uma tendência de aumento da produção de sólidos totais quando as produções são menores, o que leva a crer que parte da pequena produtividade em peso, na metade da colheita, é consequência do menor teor de água nos frutos. Para a indústria de processamento de pimentão desidratado, os frutos colhidos aos 56 dias terão me

lhor rendimento industrial, sendo que esse rendimento será menor à medida que se distanciar dessa época.

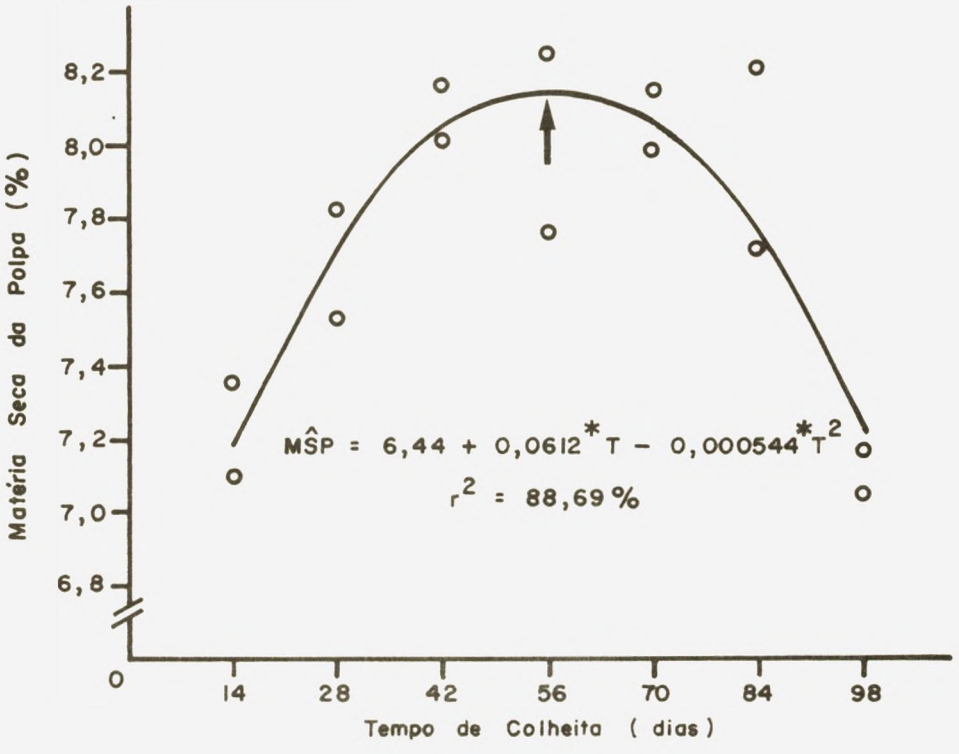


FIGURA 3 - Percentagem de Matéria Seca da Polpa de Pimentão ($\hat{SP}$), em função de Tempo de Colheita (T), em Sistemas de Irrigação por sulcos e por gotejamento. (* significativo, ao nível de 1% de probabilidade).

Os sistemas de irrigação, em decorrência dos métodos distintos de suprir as plantas de água, podem pré-dispôr a cultura à maior ou menor incidência de doenças nos frutos. Aplicando-se a análise de regressão aos dados de produção de frutos com lesão, constatou-se que o modelo quadrático se ajustou relativamente bem. O modelo completo de regressão descreve o fenômeno para os dois sistemas. Consequentemente, é válido afirmar que os sistemas tiveram igual comportamento, quanto à incidência de frutos com lesão. A Função média de produção de frutos defeituosos ajustada para os dois sistemas ($\hat{p}FD$), mostrada na Figura 4, tem um mínimo para T = 57 dias, com uma produção esperada de 70 kg/ha.

Os resultados obtidos no ensaio discordaram dos obtidos por BORRELLI e ZERBI (1973) uma vez que se encontrou que, para as condições do ensaio, tanto na irrigação por sulcos como na irrigação por gotejamento, a incidência de lesões apical e basal foi estatisticamente igual, o que leva a crer que, para iguais quantidades de água e intervalo de rega, os dois sistemas têm comportamento idêntico quanto à incidência de lesões. Verifica-se que a distribuição dos frutos lesados nas colheitas têm tendência semelhante à dos frutos normais, mostrando a existência de correlação entre produções, possivelmente em razão dos efeitos da colheita na produção de frutos normais, anteriormente discutidos.

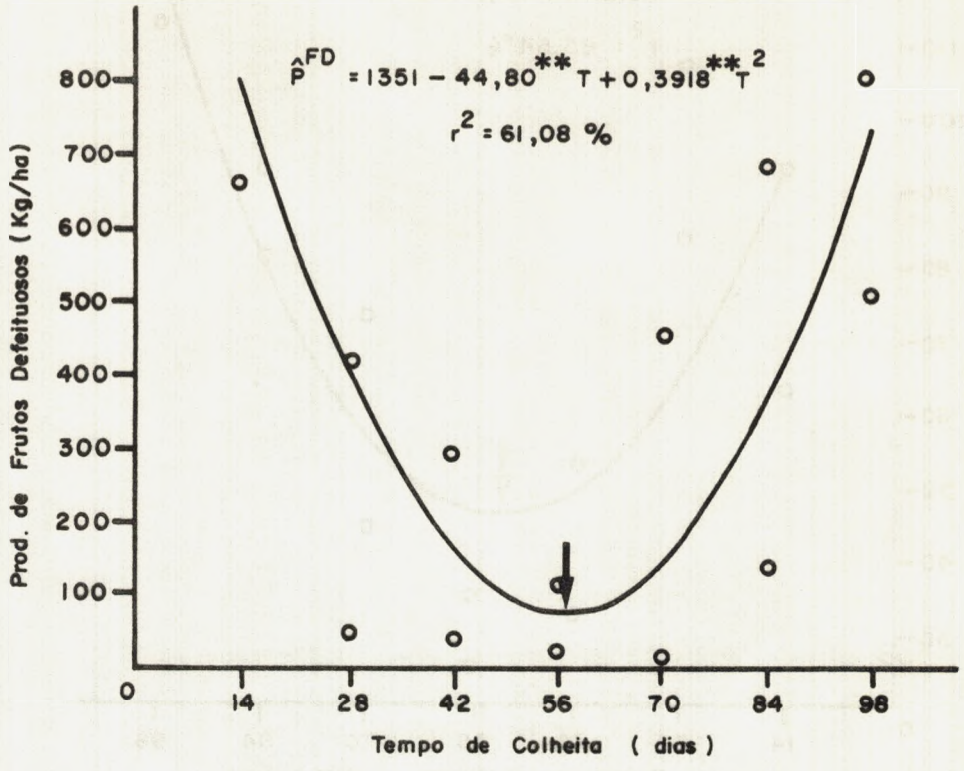


FIGURA 4 - Produção de Frutos Defeituosos ($\hat{P}^{FD}$), em função do tempo de Colheita (T), em Sistemas de Irrigação por Gotejamento e por Sulcos (** Significativo, ao nível de 5% de probabilidade).

Produção de Sementes de Frutos Normais e Energia Germinativa das Sementes

A análise de regressão aplicada aos dados de produção de sementes de frutos normais indicou que o modelo quadrático descreve razoavelmente bem o fenômeno, sendo que o modelo completo o descreve para os dois sistemas estudados. Pela não significância estatística da variável discreta (sistema de irrigação), verifica-se que tanto a irrigação por gotejamento como a irrigação por sulco, sob igualdade de água e turno de rega, têm os mesmos efeitos sobre a produção de sementes. A função de produção de sementes, ajustada para os dois sistemas ($\hat{P}^{SN}$) (Figura 5), indica que, inicialmente, a produção é elevada, diminuindo à medida que aumenta o tempo após o início de amadurecimento dos primeiros frutos, alcançando um mínimo no tempo de 54 dias, para uma produção esperada de 45 kg/ha e aumentando a produção a partir desse ponto.

Procurou-se medir o efeito dos sistemas na capacidade de germinação das sementes. A análise de regressão aplicada aos dados indicou que o modelo quadrático descreve bem a variação da energia germinativa, quando expressa pelo ângulo correspondente. Pelos testes estatísticos efetuados, verificou-se que o modelo completo da regressão descreve o fenômeno para os dois sistemas de irrigação. Para uma mesma quantidade de água (4 mm/dia) e uma mesma frequência de irrigação (3 dias), o sistema de irrigação por gotejamento tem o mesmo comportamento do sistema por sulcos, quanto à energia de germinação de sementes de frutos normais

Pela Figura 6, verifica-se que a percentagem de germinação aos 6 dias expresa em arc sen $V \frac{P\%}{100}$ cresce para as sementes colhidas nas primeiras colheitas, atingindo um máximo para as colhidas aos 31 dias após o início de maturação dos primeiros frutos, com uma energia germinativa de 88,45% (arc sen $V \frac{P\%}{100} = 70,13$). Para as sementes colhidas após esse ponto, há um decréscimo na germi

nação, sendo que, para as sementes colhidas no final da colheita germinativa, é bastante baixa (53,93%), com uma queda de 38% em relação ao máximo ou 34,52% em valor absoluto da percentagem.

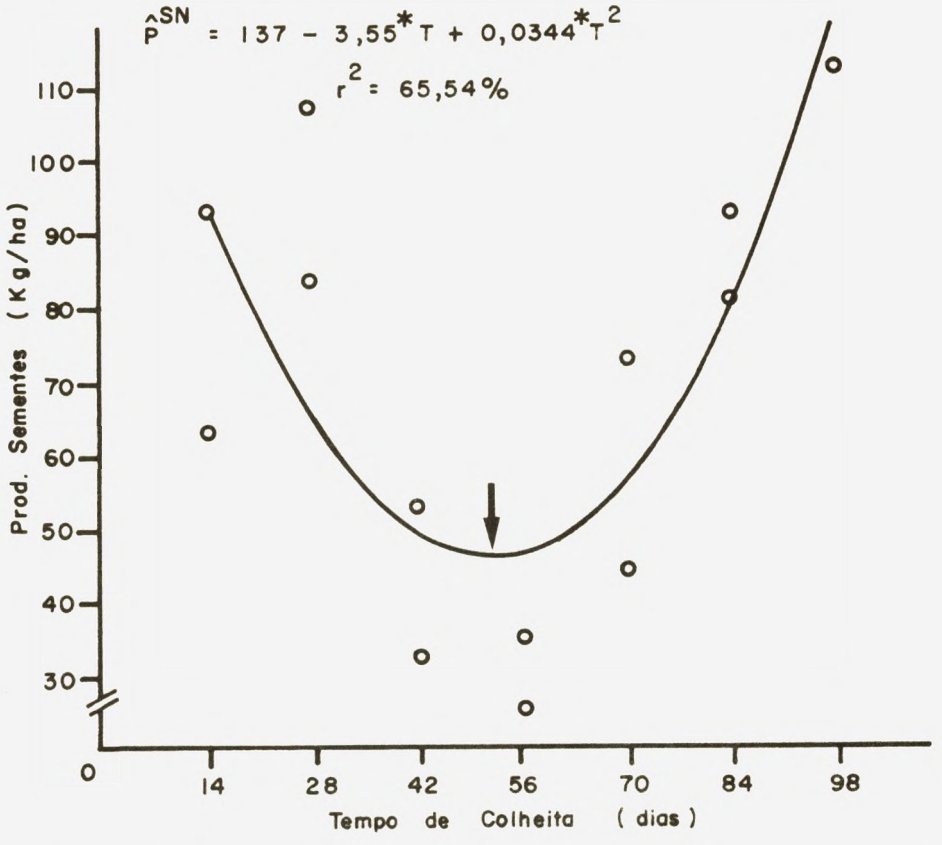


FIGURA 5 - Produção de Sementes de Frutos Normais ($\hat{P}^{SN}$), em função do Tempo de Colheita (T), para Sistemas de Irrigação por Gotejamento e por Sulcos (* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade).

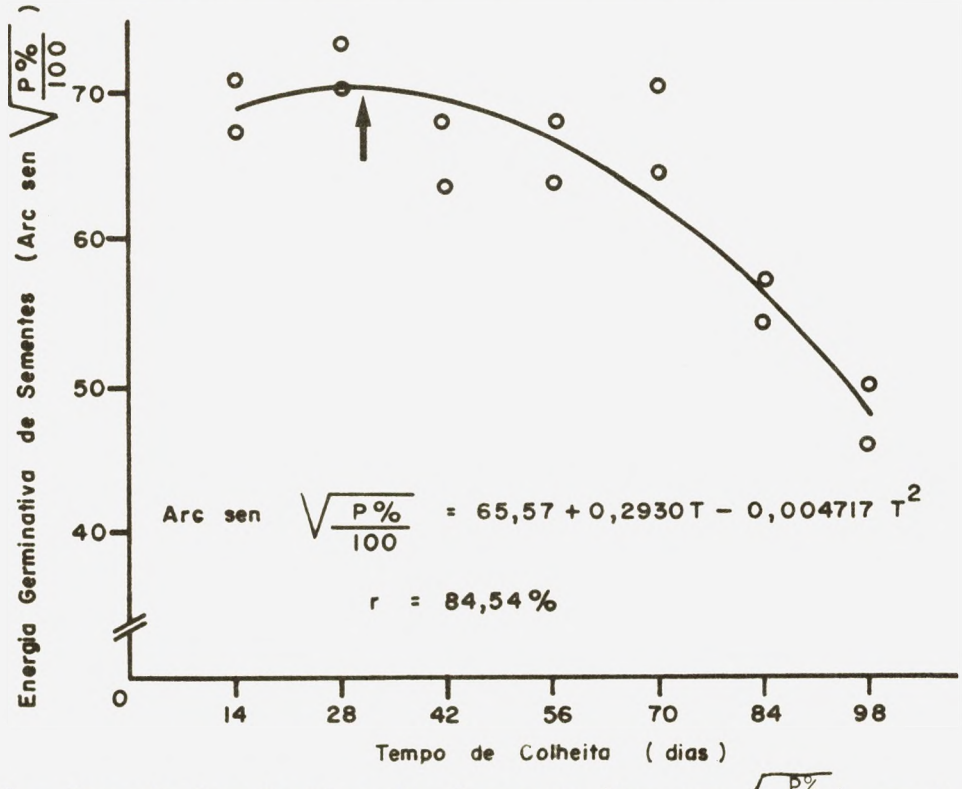


FIGURA 6 - Energia Germinativa das Sementes (Arc sen $\sqrt{\frac{P\%}{100}}$), em função do Tempo de Colheita (T), para Sistemas de Irrigação por Gotejamento e por Sulcos (* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade).

colheita, a energia germinativa é bastante baixa (53,93%) com uma queda de 38% em relação ao máximo ou 34,52% em valor absoluto da percentagem.

A queda na energia germinativa pode ser decorrente do depauperamento natural da planta, à medida que a produção acumulada aumenta, e também de uma menor disponibilidade de K e Ca no final do ciclo. Tais resultados contrariam os obtidos por SPALDON e PEVNÁ (1966).

Verifica-se que a média de energia germinativa ocorrida durante todo o intervalo de colheita (14 a 98 dias) calculada pela função da Figura 6, é bastante alta (81,35%) suplantando o padrão mínimo exigido para o Brasil.

CONCLUSÕES

No estudo comparativo entre os sistemas de irrigação por gotejamento e por sulcos, observou-se que tiveram igual comportamento quanto à produção de frutos normais, porcentagem de matéria seca da polpa, incidência de frutos defeituosos, produção de sementes e energia germinativa, quando se forneceu a mesma quantidade de água, num mesmo turno de rega. Os sistemas tiveram comportamentos diferentes apenas para o peso médio do fruto, sendo que até a metade da colheita o sistema por sulcos foi superior ao sistema por gotejamento, ocorrendo o inverso nas colheitas seguintes. As características estudadas variaram durante o tempo de colheita, havendo diminuição no tamanho do fruto e na energia germinativa à medida que se distanciava da primeira colheita. A percentagem de matéria seca da polpa foi maior nos frutos colhidos na metade do tempo total da colheita, verificando-se o inverso para a produção de frutos e sementes.

LITERATURA CITADA

BEN-DAVID, S. e TOMEK, W.G. *Alloving for solope and Intercept Chages in Regression Analysia.* Ithaca, Cornell University, November, 1975. 22 p. (*Boletim Técnico, 197*).

BORRELLI, A.; ZERBI, G. - Drip irrigation. Glashouse studies on sweet peppers and eggplants. *Annali della facotá di Scienne Agrarie della Universita degli Studi di Nopolis,* Portici, 7: 209-218, In: *Hort. Abstr., England,* 46(4): 304, abstr. 3361, 1976.

BRASIL, Ministério da Agricultura. |s.d.|. *Regras para Análise de Sementes.* |*s. l.*|, 120 p.

GOLDBERG, D. and SHMUELLI, M. - Sprinkle and trickle irrigation of green peper in an arid zone.*HortScience,* 6 (6): 559-62. 1975.

GORNAT, B. - *The Drip Irrigation Method. Papper Presented to the Ministry of Agriculture and Natural Tesources of Iran in the final Report on "Drip Irrigation Research Project."* Tehran, Iran. 1974 (Mimeografado).

_____. GOLDBERG, D.; RIMON, D. and BEN-ASHER, J. - The physiological effect of water quality and methode of application on tomato, cucumber, and pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.,* 98 (2): 202-205. 1973.

HALEVY, I.; BOAZ, M.; ZOHAR, Y.; SHANI, M. e DAN, H. - Trickle Irrigation. In: *Trickle irrigation.* European Comission on Agriculture Working Party on Water Resources and Irrigation. Rome, FAO. p. 75-119. (Irrigation an Drainage paper nº 14), 1973.

HAL, B.J. - Staked tomato drip irrigation in California. In: *Procedings of the second International Drip Irrigation Congress*. San Diego, Cal. USA.p. 480-485, 1974.

JAIME, J.R.R. - *Riego por Goteo del Chile Caribe en el Distrito de Riego del Rio Yagui - Som*. México, DF. Secretaria de Recursos Hidráulicos, 1973. 63 p. (Memorandum Técnico nº 320).

LE COMPTE, S.B. The art of irrigating vegetables. *N.J. Agric.*, 37 (4): 11-12,16, illus., In: *Hort. Abstr.*, England, 26 (2): 251. Abstr. 1668. 1975.

MASUDA, T.; HIRAMATSU, Y. e SASAMOTO, J. - Ecological studies on pepper(Capsicum annuun, L.) (Mainly on the flowering and fruit bearing habits). *Sci. Reps. Fac. Agric.* nº 28, pp. 37-42, in: *Hort-Abstr.*, England, 37 (3): 605, abstr. 5099. 1966.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura. PIPAEMG. *Recomundações do Uso de Fertilizantes para o Estado de Minas Gerais* - 2ª tentativa.Belo Horizonte, 1972. 88 p.

NORTHCOTT, R.K. e CROSS, D.M. - Trickle irrigation. *New Zealand Journal of Agriculture*, 112 (6): 20-23. 1971.

NOUR, M. - Blosson end rot in chile as affected by clacium and by soil moisture, Bull. N. Mex. Agric. Exp. Stat. 495, p. 10, In: *Hort. Abstr. England*, 36 (2): 356, abstr. 3078. 1965.

OLITTA, A.F.L. - *Os Médotos de Irrigação*. São Paulo, Nobel, 1977. 267 p.

SILVA, R.F. da. -*Efeito de Espaçamento e Níveis de Adubação na Produção de Frutos Maduros e Sementes de Pimentão* (Capsicum annuun, L.) Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1969. 51 p. (Tese MS).

SOARES, U. - *Estudo de Produção e Rendimento Industrial de Oito Cultivares de Pimentão*. (apsicum annuun, L.) Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1972 29 p. (Tese MS).

SPALDON, E. PEVNÁ, V. - A contribution to (Capsicum annuun, L. vari. abbreviatum Pingerh) pepper seed germination energy and germination capacity studies.*Acta fytotech, Nitra*, 14: 5-14, In: *Hort. Abstr.*, England, 37 (4): 605. abstr. 5095. 1966.

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM TOMATEIRO (Lycopersicum esculentum)

Carlos Alberto da Silva Oliveira**
Osmar Alves Carrijo*
Antonio F. L. Olitta***
Neville V. B. dos Reis**
Ruy Rezende Fontes**

RESUMO

Estudou-se o comportamento de tomateiro (Lycopersicum esculentum Mill) cultivar Kada, irrigado por gotejamento e adubado com dois níveis de Nitrogênio e Potássio, sob condições edafoclimáticas de cerrado do Brasil Central. Aplicaram-se lâminas de irrigação correspondentes a 0,8, 1,0 e 1,2 da evaporação de um tanque Classe A instalado sobre solo nú.

Verificou-se não haver diferenças significativas entre tratamentos na produção de frutos totais por hectare; entretanto a produção de frutos graúdos diferiu entre os tratamentos estudados. Doses elevadas de sulfato de amônio aumentaram o número e o peso de frutos com podridão estilar independentemente da lâmina de irrigação aplicada. A menor lâmina de irrigação combinada com as doses de 1400 kg/ha de sulfato de amônio e 918 kg/ha de cloreto de potássio, apresentaram melhor eficiência do uso de água.

SUMMARY

Under edaphoclimatic conditions of "cerrado" areas of central Brazil it was study the tomato behavior when submitted to suplementary trickle irrigation and two Nitrogen-Potassium levels. Irrigation water was applied on amounts of 0.8, 10 and 1.2 times the water evaporated from a class A evaporation pan.

It was verified no significant influence among treatments on the total fruit yields per hectare, however, significant difference among treatments was found for the production of high quality fruits. High levels of Amonium Sulphate increased the number and weight of tomatos with the stem rot being independent of the amount of irrigation water applied. The snallest irrigation level together with 1400 kg/ha of Amonium Sulphate and 918 kg/ha of Potassium Chloride showed the best water use efficiency.

INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento introduzida no Brasil, efetivamente a partir de 1975 (OLIVEIRA 1978) consiste, atualmente, em mais uma opção para o forneci

(*) Engenheiro Agrônomo da UEPAE de Brasília, Caixa Postal 1316, CEP 70.000
(**) Engenheiro Agrônomo MS da UEPAE de Brasília, Distrito Federal
(***) Professor Assistente do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP - Caixa Postal 09 - CEP 13.400, Piracicaba - SP.

mento de água às plantas, principalmente em locais com pequenas vazões, má qualidade da água, declividade acentuada, custo de água elevado ou mão-de-obra relativamente escassa (GUSTAFSON 1976). Este método de irrigação possibilita a manutenção de um alto potencial de água no solo (0,1 e 1 bar) e tal condição permite um considerável aumento na produção de diversas culturas (RAWITZ 1969).

Em seis ensaios realizados no período de 1970 e 1973, comparando métodos de irrigação em tomateiro (HALL 1974) encontrou, em três ensaios, maiores produções quando irrigou, por gotejamento, em dois ensaios não houve diferenças significativas entre os tratamentos e em um ensaio encontrou produções maiores quando irrigou por sulcos. Diversas outras comparações de métodos de irrigação tem apresentado resultados satisfatórios quando se usa a irrigação por gotejamento em tomateiro (BRYAN et al 1976, FREEMAN et al 1976, GOLDBERG & SHMIELI 1970, GOLDBERG et al 1976).

Em tomateiro cultivado em vasos sob solo argiloso e utilizando a irrigação por gotejamento com as intensidades da aplicação de 0,17, 0,86, 2,8 e 8,7 l/h, MANFRINATO (1970) concluiu que a menor intensidade de aplicação (0,17 l/h), proporcionou maior número de flores e frutos, além de frutos mais pesados. CAIXETA (1978) trabalhando com pimentão irrigado por gotejamento, encontrou que, aumentando-se a lâmina de irrigação (2, 4 e 6 mm/dia) a produção de sementes e frutos normais aumenta linearmente, ocorrendo efeito inverso com os turnos de rega de um, dois e três dias. Maiores produções de tomate foram obtidas dentro de cada turno de rega quando foram aplicadas lâminas de irrigação calculadas de modo a igualar a taxa de evapotranspiração potencial (FREEMAN et al 1976). A sub-irrigação ou a super-irrigação resultaram em reduções na produção e as maiores eficiências do uso de água ocorreram em menores turnos de rega.

O fluxo de massa de nutrientes, diretamente proporcional ao fluxo d'água no solo, é extremamente afetado pelas condições de umidade do solo (REICHARDT em 1975). Por outro lado, em tomateiro irrigado por gotejamento, MILLER et al (em 1976) encontraram que uma única aplicação de nitrogênio no plantio não diferiu de várias coberturas feitas com este nutriente. Tais fatos implicam em que a nutrição das plantas e a fertilidade do solo devem ser estudadas em estreita ligação com as lâminas de água a serem aplicadas, turno de rega e método de irrigação.

Neste trabalho estudou-se, sob um turno de rega de dois dias, o efeito de três lâminas de irrigação, correspondentes a 0,8, 1,0 e 1,2 da evaporação de um tanque classe **A**, e de duas doses de nitrogênio e potássio fornecidas na água de irrigação, sobre a produção de tomate em solo de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento, com a cultivar de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) tipo Santa Cruz "Kada", foi conduzido em solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro fase cerrado, profundo, apresentando pH = 4,6, 1 ppm de fósforo, 0,6 m.e/100 ml de Al, 0,7 m.e/100 ml de Ca + Mg, el ppm de potássio e localizado na Fazenda Experimental do Tamanduá - UEPAE de Brasília, com latitude 15^{0} 56'00''S, longitude 48^{0} 08'26''W, altitude 997m, temperatura média anual de $21,8^{0}$C e precipitação média anual de 1483mm.

A acidez do solo foi corrigida aplicando-se 2 ton/ha de cal hidratada,20 dias antes do plantio. A adubação de plantio foi feita com 2 ton/ha de superfosfato simples, 20 ton/ha de esterco de galinha, 20 kg/ha de borax, 20 kg/ha de sulfato de zinco e 200 kg/ha de sulfato de magnésio.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e seis repetições, possuindo cada parcela as dimensões de 4,0 x 6,0m. Foi utilizado o espaçamento entre plantas de 1,0m x 0,5m, possuindo cada parcela quatro fileiras de 6m de comprimento e vinte plantas úteis.

As doses de **N** e K estudadas foram as seguintes: N1 K1 - 1400 kg/ha de sulfato de amônio e 918 kg/ha de cloreto de potássio e N2 K2 - 5.000 kg/ha de sulfato de amônio e 2.500 kg/ha de cloreto de potássio (de acordo com a recomenda

ção do sistema de produção para tomate do Distrito Federal). Estas doses foram fornecidas na água de irrigação com intervalo de 10 dias e 40 dias após a semeadura em copinhos de jornal.

A irrigação foi feita com turno de rega de dois dias, utilizando gotejadores com quatro saídas (vazão nominal total igual a 13 l/h) e colocando uma saída para cada planta. O volume de água aplicado foi controlado com hidrômetros e calculado através da equação $V = Ev \times f \times A \times K \times Ef^{-1}$, onde **V** = volume consumido em l/planta/dia; **Ev** = evaporação do tanque classe A em mm; f = fator de consumo dependente da cultura e tipo de tanque de evaporação; **A** = área por planta em m^2; K = fator de cobertura (estimado igual a 1) e **Ef** = eficiência de aplicação (estimada igual a 1).

Três lâminas de irrigação foram estudadas, correspondendo cada uma aos valores de f = 0,8, **f** = 1 e f = 1,2, respectivamente. A evaporação da água foi medida em um tanque classe **A** instalado junto ao local do experimento, circundado com solo nú e distando aproximadamente 5 metros do experimento.

Foi feito o tutoramento do tomate com cerca cruzada deixando duas hastes por planta. Pulverizações contra pragas e doenças foram feitas semanalmente.

Os tratamentos estudados neste experimento foram os seguintes:

Tratamento	Fator **f**	Doses de **N** e **K**
0,8 N1	0,8	N1 K1
0,8 N2	0,8	N2 K2
1,0 N1	1,0	N1 K1
1,0 N2	1,0	N2 K2
1,2 N1	1,2	N1 K1
1,2 N2	1,2	N2 K2

Os frutos colhidos foram classificados quanto ao tamanho, de acordo com o Quadro 1, e quanto a defeitos, em frutos rachados, com podridão apical e refugo.

QUADRO 1 - Classificação dos Frutos de Tomate Adotada Neste Trabalho

DIÂMETRO TRANSVERSAL (D) em mm	TAMANHO
≥ 52	Graúdos
$47 < D < 52$	Médios
$40 < D < 47$	Pequenos
$33 < D < 40$	Miúdos
≤ 33	Refugos

Considerou-se, como frutos comercializáveis, os frutos graúdos médios e pequenos; como frutos refugados, os frutos rachados, com podridão apical e refugo; como frutos totais, os frutos comercializáveis, os frutos miúdos e os frutos refugados.

A eficiência do uso de água (EUA) foi calculada através da equação EUA = Produção total em Kg/ha ÷ Lâmina total aplicada em mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram computados os dados de produção de tomate, relativos a 15 colheitas realizadas.

A precipitação pluviométrica total de 224,2mm praticamente não interferiu sobre os tratamentos de irrigação, em razão de sua ocorrência quando as plantas já se apresentavam no estágio final de produção.

Os dados de umidade relativa correspondentes a médias quinzenais, velocidade do vento no local, oscilando de 175 a 425 km/dia e o fato do tanque "classe A" ter sido instalado sobre solo nú, permitem sugerir valores de **f** igual a 0,75 para estimar a evapotranspiração potencial em solo gramado (DOORENBOS & PRUITT 1974) e vem confirmar a validade de determinação de valores de f para a cultura do tomate nas condições de clima estadadas.

As variáveis número, peso e peso médio dos frutos, médios, pequenos, miúdos e comerciáveis, as variáveis número e peso dos frutos refugos e rachados e as variáveis número de frutos graúdos e de frutos totais não tiveram efeito significativo ao nível de 5% probabilidade, para os tratamentos estudados.

O peso de frutos graúdos (Quadro 2) apresentou os valores máximo e mínimo dentro da lâmina correspondente a f = 1 e nos níveis N1 e N2, respectivamente. O fato da irrigação por gotejamento proporcionar uma boa produção de frutos

QUADRO 2 - Produção Médias Obtidas com Tomateiro Irrigado por Gotejamento submetido a Três Lâminas de Irrigação e Dois Níveis de Nitrogênio e Potássio

TRATAMENTO	Frutos Graúdos (t/ha)	Frutos Totais (t/ha)	Peso Médio de Frutos Totais (g)	Frutos com Podridão Estilar (kg/ha)	Frutos Refugados Totais (kg/ha)
0,8 N1	22,6 ab	53,8	87 ab	495 a	1582 a
0,8 N2	24,2 ab	57,4	82 ab	2945 b	4421 b
1,0 N1	26,6 b	56,5	88 b	415 b	2084 a
1,0 N2	12,9 a	51,8	78 a	1216 ab	2231 a
1,2 N1	23,3 ab	57,9	85 ab	575 a	1788 a
1,2 N2	18,0 ab	54,0	81 ab	1525 ab	2857 ab
F	*	N.S.	*	**	**
C.V. (%)	31,1	12,1	6,37	82,7	46,7
DMS (Tukey 5%)	12,7	-	10	1777	2090

graúdos (tipo exportação) também foi observado por NOYOLA (1974) e está de acordo com SILVA (1972) que verificou ser igualmente aumentada a produção de frutos graúdos (Extra A) em qualquer um dos tratamentos com altos teores de umidade do solo. A tendência do peso de frutos graúdos diminuir com o aumento de f e o do nível de adubação, parece sugerir que os fatores umidade e fertilidade do solo não devem estar disponíveis em excesso. Apesar de, para esta variável, as maiores produções terem ocorrido no tratamento 1,0 N1, este não diferiu significativamente do tratamento 0,8 N1; desta forma, para se obter maior peso de frutos graúdos por unidade de área, em condições edafoclimáticas semelhantes às estudadas, recomenda-se a utilização da lâmina e da adubação contidas no tratamento 0,8 N1.

A produção de frutos totais não diferiu para os tratamentos estudados, porém se observou uma tendência de aumento linear com o aumento da lâmina d'água quando foram usadas doses de N e K mais baixas, o que também foi observado por MINAMI e OLLITA (1977).

O maior e o menor peso médios de frutos totais ocorreram nos tratamentos 1,0 N1 e 1,0 N2, respectivamente. Isto ocorreu, provavelmente, em razão desses tratamentos terem proporcionado o maior e o menor número de frutos graúdos, respectivamente. Contudo, para obtenção de maior peso médio de frutos, o tratamento 0,8 N1 é o mais indicado pelo fato de não diferir significativamente do tratamento 1,0 N1 e de apresentar maior economia na aplicação de água e fertilizantes sobre a cultura.

Independentemente dos níveis de irrigação estudados, as doses mais elevadas de **N** e K produziram, igualmente, maiores pesos de frutos com podridão estilar, em comparação com os tratamentos que levaram doses mais baixas desses nutrientes. Tal fato pode ser atribuído ao fornecimento de nitrogênio na forma amoniacal, que provoca a acidificação do solo e um estímulo a um grande desenvolvimento vegetativo da planta (WILCOX et al 1973). Uma maior concentração de amônio e potássio próximo das raízes, diminuindo a absorção de cálcio pelas plantas (BARKE 1971) também podem explicar esses resultados.

O peso de frutos refugados totais também foi bastante elevado nos tratamentos com doses mais elevadas de **N** e K

A lâmina de 780mm apresentou uma maior eficiência do uso de água em razão de que o aumento da lâmina aplicada (Quadro 3) em geral não proporcionou um aumento significativo na produção de frutos totais. Esta produção, por sua vez, não diferiu entre os tratamentos estudados, igualando, desta forma, os valores de 68,9% e 73,67% observados nos tratamentos 0,8 N1 e 0,8 N2 para a eficiência do uso de água. Este resultado vem ao encontro da afirmação de MINAMI e HAAG (em 1979) na qual o tomateiro consume cerca de 400 a 700mm durante o seu ciclo, de acordo com as condições climáticas locais. Não se verificou, portanto, em termos de produção, uma resposta da cultura à medida que foram elevados os valores de f acima de 0,8 e foram aumentadas as doses de **N** e K.

QUADRO 3 - Lâmina Total Aplicada, Eficiência do Uso de Água e Volume de Água Aplicado nos Diversos Tratamentos Estudados

TRATAMENTO	Lâmina Total Aplicada (mm)	Eficiência do Uso de Água (%)	Volume de Água Aplicado (m^3/ha)
0,8 N1	780,4	68,9	5903
0,8 N2	780,4	73,6	5903
1,0 N1	975,5	57,9	7500
1,0 N2	975,5	53,1	7500
1,2 N1	1170,6	49,5	8819
1,2 N2	1170,6	46,1	8819

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir:

1. A produção de frutos graúdos diferiu entre os tratamentos estudados, situando as melhores produções nos tratamentos 0,8 N1 e 1,0 N1.

2. Não houve diferenças significativas entre tratamentos na produção de frutos totais por hectare.

3. Doses elevadas de sulfato de amônio e potássio provocaram, igualmente, um aumento no número e peso de frutos com podridão estilar independentemente da lâmina de irrigação aplicada, influindo em mais de 50% na produção de frutos refugados.

4. O valor de f = 0,8 combinado com a dose N1 K1 de adubação, apresentou melhor eficiência do uso de água. Quando foram aumentados esses dois fatores, em termos de produção, não houve uma resposta significativa da cultura.

LITERATURA CITADA

BARKE, R.E. & MENARY, R.C. Calcium nutritrion of the tomato as influenced by total salts and amonium. *Australian Journal Experimental Agricultural and Animal husband*, 2:562, 1971.

BRYAN, H.H.; STALL, W.M.; DALTON, J.D. & FORD, H.W. Response of vegetable to drip and overhead irrigation on calcareous soils. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 88:190-196, 1976.

CAIXETA, T.J. *Estudo comparativo entre sistemas de irrigação por sulco e gotejamento e efeito da lâmina de água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão*. Viçosa, UFV, 1978. 60 p. (Tese Ms).

DOORENBOS & PRUITT. *Guidelines for prediction of crop water requirements*. Rome, FAO Irrigation and Drainage. 1974. (Paper, 25).

FREEMAN, B.M.; BLACKWELL, J. & GARZOLI, K.V. Irrigation frequency and total water applications with tricle and furrow sistems. *Agricultural Water Mangement*, 1 (1): 21-31, 1976.

GOLBERG, S.D.B.; BEN-ASHER, J.; GORNAT, B. Soil and plant water status under sprinkling and trickling. *Agricultural Water Management*, 1(1): 33-40. 1976.

GOLBERG, S.D.B. & SHMUELI, M. Drip. Irrigation a method used under arid and desert conditions of high water and soil salinity. *Transactions of the ASAE*, 13 (1): 38-41, 1970.

GUSTAFSON, C.D. Drip irrigation: Where it was in "75". *Irrigation Journal*, 26(3): 38-41, 1970.

HALL, B.J. Staked tomato drip irrigation in california, In: INTERNACIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., San Diego, *Proceedings*. p. 480-485. 1974.

MANFRINATO, H.A. Effects of drip irrigation on soil-water-plant relationship.In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 21, San Diego, *Proceedings*. p.446-451. 1974.

MILLER, R.J.; ROLSTON, D.E.; RAUSCHKOLB, R.S. & WOLFE, D.W. Drip application of nitrogen is efficient. *California Agriculture*, 30(11):16-18. 1976.

MINAMI, K. & HAAG, H.P. *O Tomateiro*. Campinas, Fundação Cargill. 1979.

MINAMI, K. & OLLITA, A.F. Efeitos da irrigação por gotejo e dubação nitrogenada sobre a produção de tomate estaqueado. Piracicaba. ESALQ, 1977,Não Publicado.

NOYOLA, F.T. *Estudio sobre diferentes procedimentos de aplicacion del riego por goteo en el cultivo del tomate:* Evaluación economica y producción en el Valle del Yaqui, Sonora. México, Secretaria de Recursos Hidráulicos, 1974. 196 p. (Mem. Tec., 336).

OLIVEIRA, C.A.S. *Hidráulica de gotejadores e de linhas laterais para irrigação por gotejamento*. Viçosa, UFV. 1978. 27 p. (Tese Ms).

RAWITZ, E. The dependence of growth rate and transpiration rate on plant and soil physical parameters under controlled conditions. *Soil Science*, 110:172 - 182, 1969.

REICHARDT, H. *Processos de transferencia no sistema solo-planta atmosfera*. 3 ed. São Paulo, CENA/USP/CNEN/FUNDAÇÃO GARGILL, 1975. 266 p.

SILVA, J. *Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro*. Piracicaba, ESALQ, 1972 96 p. (Tese Ms).

WILCOX, G.E.; HOFF, J.E. & JONES, C.M. Ammonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence on incidence of blossom - end rot of tomato fruit. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 98:86-89, 1973.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE QUATRO LÂMINAS DE ÁGUA EM IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DO MELÃO (Cucumis melo L.)

T.J. Caixeta
R. Marinato
P.C.R. Fontes
R.L. Gomide

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - ATOS - PB.

RESUMO

Em ensaio realizado na área da Estação Experimental do Projeto de Irrigação de Gorutuba, estudou-se o efeito de 4 lâminas diárias de água, aplicadas a cada dois dias, em sistema de irrigação por gotejamento, sobre as características de produção de frutos maduros de melão (Cucumis melo L.) variedade 'Valenciano Amarelo'.

As lâminas de água aplicadas foram 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 mm/dia, constantes durante todo o período de irrigação.

O sistema de irrigação por gotejamento constituiu-se de tubos de polietileno; microtubo de 1mm de diâmetro (espaguete nº 1) de PVC flexível, filtros e conjunto moto-bomba. Usou-se um gotejar por cova.

O experimento foi conduzido em solos aluviais eutróficos. A cultura foi plantada com espaçamento de 1,5m entre plantas e 1,5m entre fileiras. Usou-se uma adubação inicial na cova de 10 kg de esterco de curral curtido, 750g de superfosfato simples e 150g de cloreto de potássio. A adubação de cobertura foi feita com 80g de sulfato de amônio, por cova, aplicada ao lado das plantas, junto ao ponto de gotejamento, fracionada em 4 aplicações.

Observou-se que as quantidades de água aplicadas, apresentaram efeito quadrático sobre a produção e número de frutos e que o aumento da lâmina de água ocasiona um incremento na produção e número de frutos por cova, sem que as quantidades testadas tenham alcançado valores máximos.

O peso do fruto foi mais afetado pela quantidade de água disponível do que o número de frutos por cova, principalmente nos tratamentos mais secos.

Maiores produções em peso e número de frutos foram obtidos na quarta colheita correspondendo aos 93 dias após plantio, e maiores frutos foram produzidos na terceira colheita.

SUMMARY

In trial realized in the area at the Experimental Station of Gorutuba Irrigation Project, was studied the effect of four water blades applied each 2 days, on drip irrigation system on the characteristics of mature fruit yield of melon (Cucumis melo L.) variety 'Valeriano Amarelo'.

(*) Pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG

The water blades applied were 1,6; 2,4; 3,2 and 4,0 mm/ day, constant during all the irrigation period.

The drip irrigation system constituted one set of polyethylene pipes, 1mm of diameter PVC flexible micro tubo (spaghetti nº 1); filters and pumping equipment. One dripping by cave was used.

The experiment was conducted in alluvium eutrofic grounds. The crop was planted with the following spacings between plants and between rows: 1,5 x 1,5 meters. The caves were fertilized with 10 kg tanned corral manure, 750 g simple superphosphate and 150 g potassium chloride. The covering fertilization was carried out with 80 g ammonium sulfate by cave, applied dose by the plants, altogether at the point of iriping and was divided into 4 aplications.

It was observed that the quantities of water applied displayed a quadratic effect over the yield and number of fruits , that the increase of water blade causes an increment in the yield and number of fruits by cave, without reading the maximum values of the experimented quantities.

The fruit weight was more affected by the available water quantity than the fruit number by cave, principally in the drier treatment.

Better wieght and number fruits yields were obtained in the fourth harvest and bigger fruits were produced in the third harvest.

INTRODUÇÃO

O Cucumis melo L.conhecido como meloeiro, é originário dos continentes Asiáticos e Africanos, derivado das formas selvagens. Muitos acreditam que a Índia seja o seu centro de origem (BERNARDI e MENDONÇA, 1971).

O melão é bem aceito no nosso mercado, devido ao fato de seus frutos serem saudáveis, aromáticos e bastante saborosos. No estado natural, é excelente alimento, muito rico em hidratos de carbono e vitamina **C**, possuindo ainda boas qualidades das vitaminas **A** e B_1, além dos elementos fósforo e cálcio.

Nos últimos anos, a cultura do melão sofreu uma expansão, principalmente nas regiões de temperaturas mais altas e baixa pluviosidade. Tal fato é devido à mudança da condição de importador, que se vem processando no Brasil, graças às excelentes qualidades dos frutos, principalmente quanto ao teor de açúcar (FILGUEIRA, 1972).Devido a proporcionar um rápido e lucrativo retorno econômico, sua cultura está sendo preconizada para quase todos os projetos de irrigação que estão sendo implementados no Polígono das Secas (GEIDA, 1971).

Segundo FILGUEIRA (1972), no Estado de São Paulo a colheita é iniciada quando a planta está com 90 dias, prolongando-se por 30 dias. Na região do sul médio São Francisco, a colheita é iniciada quando a planta está com 60 dias, prolongando-se por 25 dias, para a variedade Valenciano Amarelo.

O método de irrigação influencia a produtividade do melão, sendo que na Estação Experimental de Bebedouro - Pernambuco, observou-se que a cultura irrigada por sulco apresentou uma produtividade de 30 t/ha e quando irrigada por aspersão a produtividade caiu para 18 t/ha. No deserto de Arava - ISRAEL, GOLDBERG e SHUMUELI (1969) obtiveram uma produtividade de 42,5; 23,5 e 23,9 t/ha, respectivamente, para irrigação por gotejamento, aspersão e sulco. Também em Israel, - BLASS e YESHAYAHEM (1968) encontraram que a irrigação por gotejamento propicia um aumento de 50% na produção em relação aos outros sistemas, o que evidencia a vantagem de se usar a irrigação por gotejamento.

Para as condições do Norte do Estado de Minas Gerais, observa-se a ine

xistência de resultados de pesquisa com a cultura, apesar das condições climáticas e proximidade do mercado consumidor mostravam excelentes perspectivas para essa cultura. O presente trabalho tem, como objetivo, a obtenção de dados para a cultura do melão em regime de irrigação por gotejamento, para as condições da área do Projeto Irrigação de Gorutuba, tais como a melhor lâmina de água a ser aplicada, ciclo da cultura e produtividade.

A importância de um estudo desta natureza está apoiada na necessidade de fornecer mais uma alternativa para o plano agrícola a ser desenvolvido na região do projeto de irrigação que está sendo implementado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Estação Experimental do Projeto de Irrigação de Gorutuba, no período de 18 de maio a 16 de outubro de 1975, em solos Aluviais Eutróficos.

O delineamento estatístico constituiu-se em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos testados envolveram quatro níveis de água (4,0, 3,2, 2,4 e 1,6 mm/dia) constantes durante todo o período de irrigação, aplicados a cada 2 dias, usando o sistema de irrigação por gotejamento.

A área total da parcela foi de 35,5 m^2, constituída por 20 covas espaçadas de 1,5m entre plantas e 1,5m entre fileiras, sendo que foram consideradas como úteis 8 covas, dando a parcela uma área útil de 18 m^2.

O plantio do melão (Cucumis melo L.), foi realizado em 18.05.75, utilizando-se a variedade Valenciano Amarelo, devido a melhores características comerciais. O semeio foi feito diretamente na cova, utilizando-se 4 sementes por cova; quando as plantinhas apresentavam 3 folhas definitivas, efetuou-se o desbaste deixando-se 2 plantas por cova.

Usou-se uma adubação inicial na cova de 10 kg de esterco de curral curtido, 750g de superfosfato simples e 150g de cloreto de potássio. Evitou-se o contato direto da semente com o adubo. Adubou-se em cobertura com 80g de sulfato de amônia por cova, aplicado ao lado das plantas, junto ao ponto de gotejamento, fracionada em quatro aplicações. A primeira aplicação foi aos 10 dias após a germinação e as outras três foram parceladas de 15 em 15 dias.

Pragas e doenças foram controladas por meio de pulverizações com Thiometon (Ekatin), Kumulus e Cupravit.

A cultura foi mantida sem ervas daninhas através de 2 capinas manuais.

As colheitas foram feitas quando os frutos apresentavam coloração amarela, sendo classificados e separados imediatamente após a colheita.

O sistema de irrigação por gotejamento constituiu-se de tubos de polietileno, impregnados de negro de fumo, diâmetros 3/4" e 1/2"; microtubo de 1mm de diâmetro (espaguete nº 1) de PVC flexível, filtros e conjunto moto-bomba.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi bastante prejudicado por fortes ventos de sudeste. Estes, antes de chegarem ao local do ensaio, passavam por uma área, localizada próximo ao experimento, que estava sendo sistematizada, trazendo consigo muita poeira e areia. Disso resultaram danos generalizados nas folhas, com bastante necroses, bem como o direcionamento do crescimento das ramas num único sentido, ao invés de crescerem em torno das covas. Algumas plantas, na fase final de produção chegarem a ser totalmente encobertas pela areia. Devido a isto, a produção foi bastante baixa.

A floração iniciou-se no 25º dia de plantio e a primeira colheita foi feita 62 dias após o plantio, prolongando-se por 50 dias.

Produção Total de Frutos

A análise de variância dos dados obtidos, indica efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, sobre a produção de frutos, da lâmina d'água aplicada no solo (Quadro 1). Ajustou-se uma equação de regressão para os dados de produção. Esta é representada graficamente pela Figura 1. Observa-se que o modelo quadrático descreve razoavelmente bem o fenômeno, para o intervalo considerado. A função de produção estimada mostra que as quantidades de água (lâminas) estudadas não foram suficientes para atingirem a produção máxima, para as condições de tecnologia deste trabalho. Verifica-se, também, que o aumento na lâmina d'água aplicada promoveu aumento na produção de frutos e que, para o intervalo de água estudado, a lâmina de 4 mm/dia propiciou maiores produções.

QUADRO 1 - Resumo da Análise de Variância das Produções totais de frutos de Melão, obtidas em função da lâmina d'água aplicada no solo.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio
Lâmina Aplicada	3	0,6881**
Blocos	3	0,8002
Erro	9	0,0635

(**) Significativo, ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 12,34%

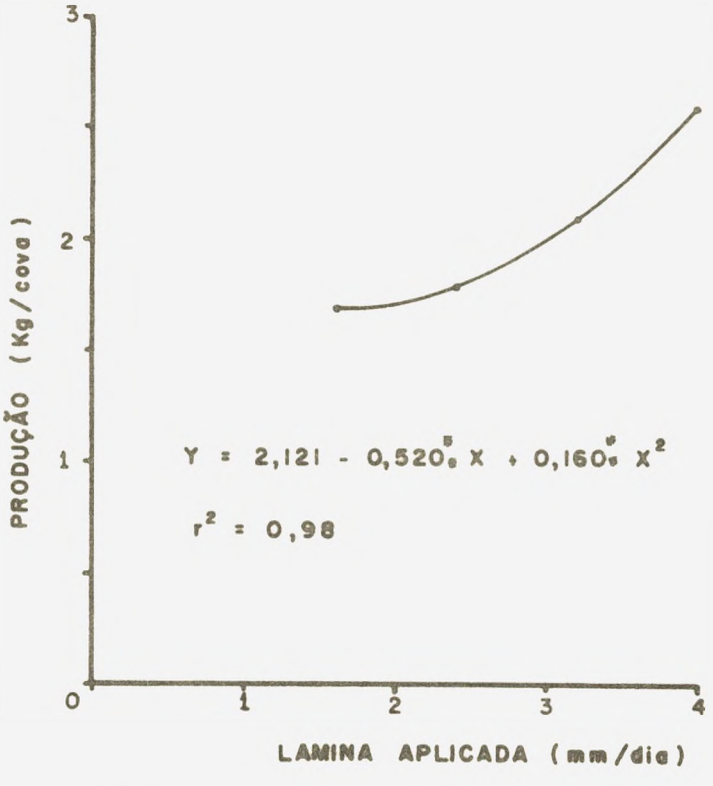


FIGURA 1 - Produção de Frutos, em kg/cova, em função de lâmina d'água aplicada no solo (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade).

Número Total de Frutos e Peso Médio de Frutos

A Figura 2 mostra a equação de regressão múltipla ajustada para os dados de número de frutos em função da lâmina d'água aplicada. Nota-se que, para o modelo quadrático selecionado, os coeficientes das variáveis independentes foram significativos pelo teste t, aos níveis de probabilidades pré-estabelecidas, indicando que os tratamentos diferiram entre si quanto ao número de frutos. Para o intervalo estudado a função estimada descreve bem o fenômenos. Nota-se que o número de frutos máximo não foi atingido e que o aumento na lâmina d'água aplicada promoveu um aumento no número de frutos. O maior número de frutos foi obtido com a quantidade de água de 4 mm/dia.

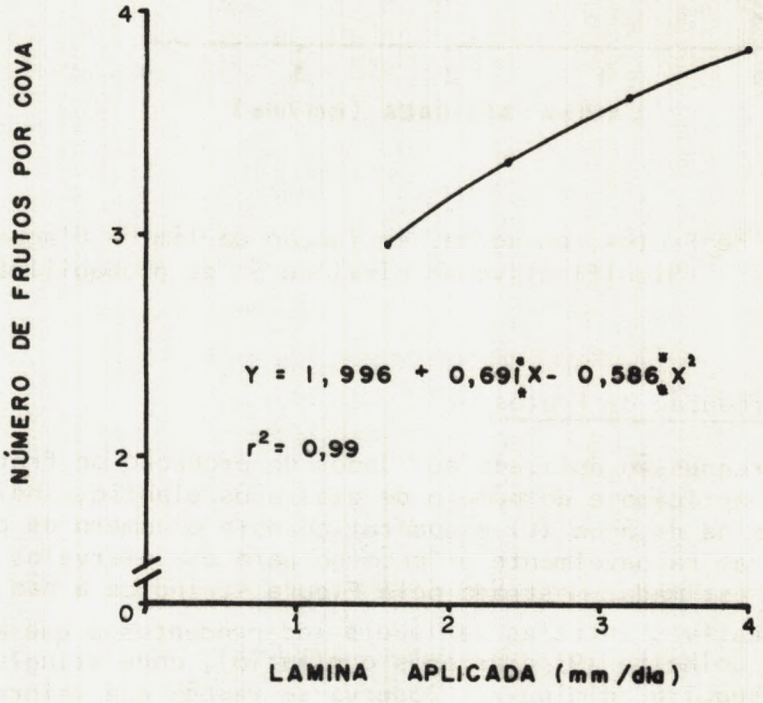


FIGURA 2 - Número de Frutos por cova em função da lâmina d'água aplicada no solo (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade).

Verifica-se na Figura 3 que houve uma diminuição no peso médio dos frutos até o ponto em que a lâmina atingiu o valor de 2,4 mm/dia, onde o efeito quadrático desta indica que o peso médio dos frutos atingira o mínimo. Acima de 2,4 mm/dia houve um aumento do peso médio com o aumento da lâmina. O decréscimo verificado na faixa de 1,6 a 2,4 mm/dia possivelmente pode ser explicado pelo fato do incremento de variação da produção ter sido menor que o incremento de variação do número de frutos (Figuras 1 e 2). Nesta faixa, produziu-se maior número de frutos, porém de tamanho menores.

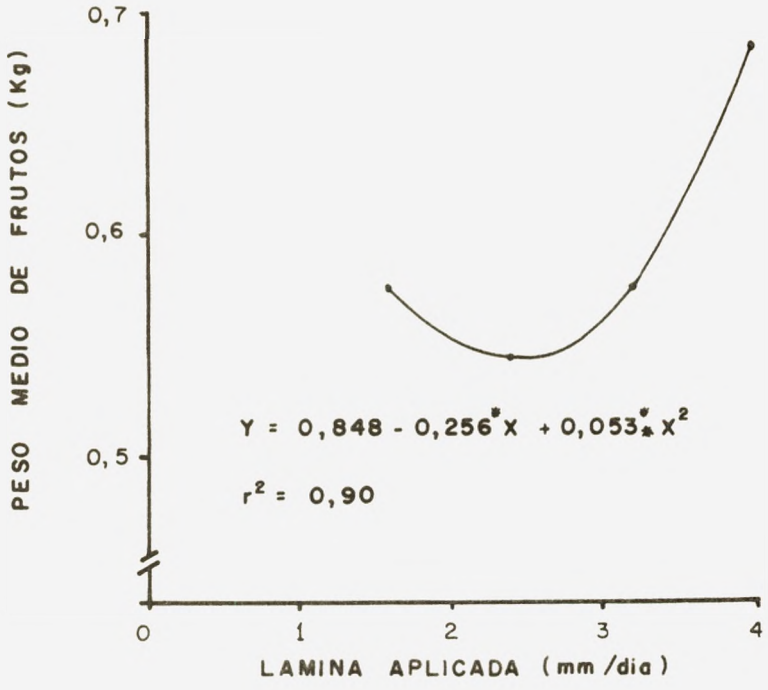


FIGURA 3 - Peso Médio de Frutos, em kg/ha, em função da lâmina d'água aplicada no solo. (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Período de Produção

Dias Após Plantio x Produção de Frutos

A análise de regressão aplicada aos dados de produção de frutos em função da lâmina de água aplicada e do número de dias após plantio, indicou que os termos linear para Lâmina de água (L) e quadrático para o número de dias após plantio (T), descreveram razoavelmente o fenômeno para os intervalos estudados. A equação de produção estimada, mostrada pela Figura 4, indica a não existência de interações significativas entre as variáveis independentes e que a produção aumentou até a quarta colheita (93 dias após o plantio), onde atingiu o seu valor máximo, para, em seguida, diminuir. Observa-se também que maiores quantidades de água propiciaram maiores produções independentemente do período de produção.

Dias Após Plantio x Número de Frutos

A Figura 5 mostra a função de número de frutos em consequência da quantidade de água aplicada e do número de dias após plantio. A análise da regressão ajustada mostrou que os termos linear para lâmina de água, e quadrática para o número de dias após plantio foram os que melhores se ajustaram aos dados observados.

Pela função estimada, verifica-se que a produção foi máxima aos 97 dias após o plantio independentemente das lâminas de água testadas e que maiores resultados de água propiciaram maior número de frutos.

Dias Após Plantio x Peso Médio de Frutos

A análise de regressão aplicada aos dados de peso médio dos frutos em função da lâmina d'água aplicada e do número de dias após plantio, mostrou que o modelo quadrático incompleto com os termos quadrático para número de dias após plantio e linear para lâmina de água, descreveram bem o fenômeno, para os intervalor estudados. A função ajustada, cuja representação gráfica é mostrada pela Figura 6, indica que os frutos da terceira colheita, correspondente a 81 dias

após plantio, apresentam maiores peso médio e que as demais colheitas propiciaram frutos menores. Observou-se, também, que maiores quantidades de água produziram frutos maiores em qualquer colheita.

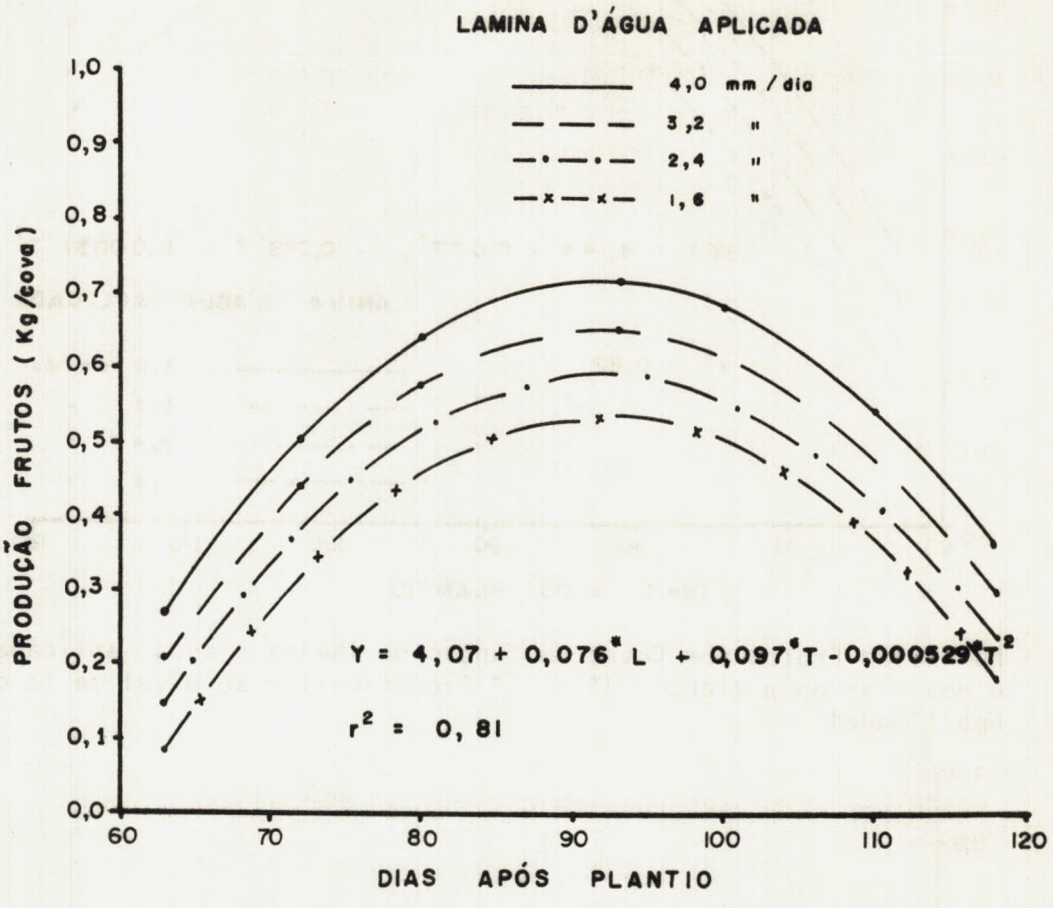


FIGURA 4 - Produção de Frutos, em kg/cova, em função da lâmina d'água aplicada (L) e dos dias após plantio (T) (* Significativo ao nível de 1% de probabilidade).

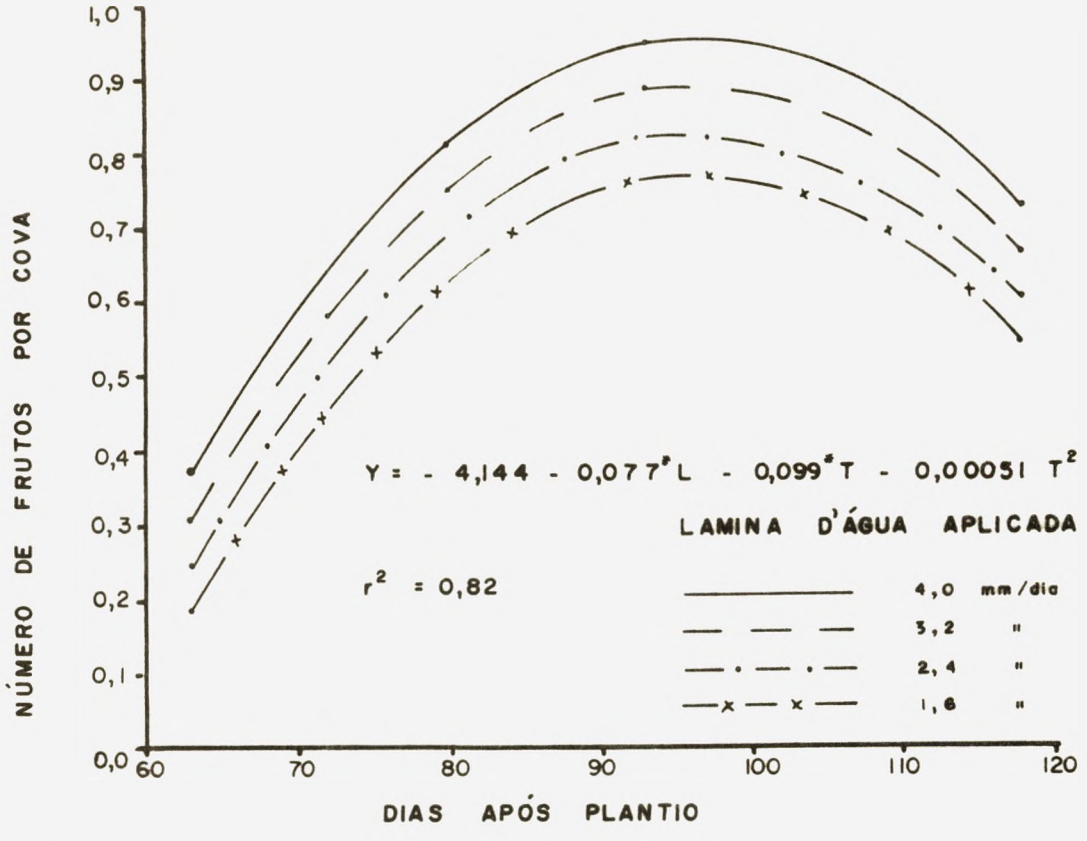


FIGURA 5 - Número de Frutos por Cova, em função da lâmina d'água aplicada (L) e dos dias após plantio (T). (* Significativo ao nível de 1% de probabilidade).

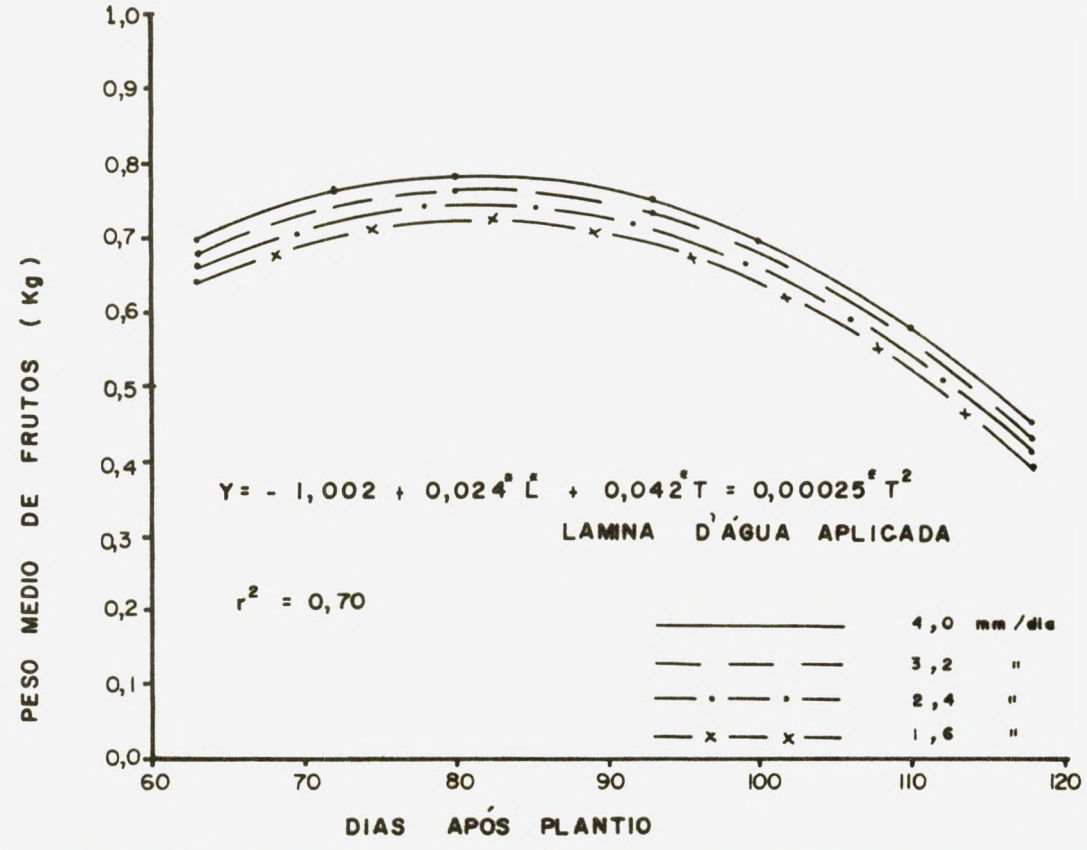


FIGURA 6 - Peso Médio de Frutos, em função da lâmina d'água aplicada (L) e dos dias após plantio. (*, ** Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade).

CONCLUSÕES

1. Aumento na lâmina d'água aplicada promoveu aumentos na produção total e no número total de frutos colhidos.

2. Maiores produções totais de frutos, maiores número total de frutos e maiores peso médio de frutos foram obtidos no tratamento com lâmina d'água de 4,0 mm/dia.

3. A produção máxima em peso e número de frutos foi obtida aos 93 dias após plantio e (Próximo à 4ª colheita).

4. O ponto de máximo peso médio dos frutos foi alcançado aos 83 dias após plantio (próximo à 3ª colheita).

LITERATURA CITADA

BERNAEDI, J.B. e MENDONÇA. *Instruções para a Cultura do Melão*. Petrolina, SUDENE -IICA, 1971. 19. p. (mimeografado).

BLASS, S. e YESHAYAHHEM, G. *Expriment with Drip Irrigation*. Beeseshed. Israel. - 1968. (mimeografado).

FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças*. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 1977. 451 p. ilust.

GOLDBERG, D. e SHMUELI, M.T. *Irrigation e Mathod for Increased Agricultural Production Under Conditions of Saline Water and Adverse Soils*. For apresentation at the International Arid Lands Conference, Tucson, Arizona. 1969. 25 p. (mimeografado).

GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA. GEIDA. *Programa Plurianual de Irrigação*. Minter. Rio de Janeiro. 1971.

IRRIGAÇÃO POR GOTEJO EM BANANEIRA CULTIVAR PRATA 1 - CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E FLORAÇÃO*

Sizernando Luiz de Oliveira*
Elio José Alves*
Ranulfo Corrêa Caldas*

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura da EMBRAPA, em Cruz das Almas, Bahia, em solo do tipo latossolo colônia, de textura franco-arenosa. Utilizou-se o método de irrigação por gotejo, com turno de rega de 2 dias, estudando-se 4 lâminas de água baseadas na evaporação do tanque "Classe A". Os Fatores 0,60; 0,80; 1,00 e 1,20 mais a testemunha (sem irrigação) constituiram os tratamentos. O experimento foi delineado em quadrado latino 5 X 5, com 45 plantas por parcela, sendo 21 úteis.

Os resultados preliminares mostraram que o fator 0,60 do tanque "Classe A", nas condições em que foi conduzido o trabalho proporcionou maior crescimento vegetativo trazido pela maior altura e diâmetro do pseudo-caule a 30 e 100 cm do solo, antecipação do inicio da floração e emissão de cachos.

(*) Pesquisadores da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE UMIDADE DO SOLO SOBRE A CULTURA DA CENOURA (Daucus carota L.), EM FASE DE DESENVOLVIMENTO ATIVO DO SISTEMA RADICULAR*

W.L.C. Silva**
J.V. Vieira**
O.A. Carrijo**

RESUMO

Visando obter, em condições de solo e clima dos cerrados do Distrito Federal, um nível de umidade do solo, adequado para o cultivo da cenoura (Daucus carota L.) em fase de desenvolvimento ativo do sistema radicular, submeteu-se a cultura, durante aquela fase, a tratamentos que se distinguiram pelos potenciais mínimos da água do solo: - 0,19; - 0,24; - 0,29 e - 0,33 bar. O início dos tratamentos deu-se aos 40 dias após a semeadura e a colheita foi dada aos 110 dias. Dividiram-se as raízes colhidas em produção comercial e produção total e as médias foram, respectivamente: 37,79; 30,88; 26,55 e 17,12 t/ha e 43,33; 35,58; e 30,80 e 22,63 t/ha. Tanto a produção comercial como a produção total só diferiram significativamente para o tratamento correspondente ao potencial matricial de - 0,33 bar. Conclui-se, então que, para se obterem boas produções de raízes de cenoura, devam se repetir as irrigações apenas quando a água disponível no solo se reduzir a 60%.

SUMMARY

An irrigation experiment was carried out in Brasília - DF to determine the optimum soil moisture to produce carrots (Daucus carota L.).

The crop was submitted to minimum water potentials in the soil: - 0,19; - 0,24; - 0,29 and - 0,33 bar. First treatment took place 40 days and the roots were harvested 110 days after seeding. Harvested roots were divided into total and commercial. Both data differed only for treatment irrigating only after available water was reduced to 60%.

INTRODUÇÃO

A cultura da cenoura, em face da sua importância econômica em todas as regiões do Brasil, torna-se merecedora de estudos que envolvem todos os aspectos inerentes ao seu cultivo. Quanto às necessidades hídricas, existem raras informações a respeito, para as condições de solo e clima dos cerrados do Brasil Central.

Sendo a raiz a parte comestível da planta, a mesma se reveste de muita importância em todos os estudos feitos com a cultura. O aspecto da raiz, quanto à coloração e presença de raízes secundárias, é afetado diretamente por fatores ambientais como umidade do solo e temperatura (BARNES 1936, ORZOLEK e CORROLL, 1976). Segundo BRADLEY et alii (1967) e BRADREY e LOUDENSLAGER (1971), irriga

---

(*) Trabalho que fez parte da Programação de Pesquisa da UEPAE de Brasília EMBRAPA

(**) Respectivamente Pesquisador em Irrigação, Pesquisador em Melhoramento de Plantas da UEPAE de Brasília (EMBRAPA) e Pesquisador da EMBRAPA. Atualmente em Curso de Pós-Graduação/ESALQ-USP.

ções mais frequentes ou solos mais úmidos favorecem a raiz no sentido de melhor coloração e maior quantidade de sólidos solúveis, além de aumentar a produção.

O manejo de irrigação da cenoura com relação ao nível de umidade, ou o potencial da água mínimo que deve ser mantido no solo para a cultura atingir o seu desenvolvimento máximo, tem muita importância em todas as fases do cultivo. É recomendado que, após o plantio, para uma boa germinação e emergência, devam ser feitas irrigações uniformes, leves e frequentes, para evitar principalmente a formação de crostas no terreno (WHITAKER et alii, 1970, BRADLEY e LOUDENSLAGER 1971).

Para o bom desenvolvimento das raízes de cenoura, que têm seu crescimento iniciado aproximadamente aos 40 dias, tornando-se bastante ativo dos 47 aos 89 dias (HAAG e HOMA 1969), MILLAR (s.d.) apresenta a informação de que o potencial matricial da água do solo deve situar-se entre - 0,55 e - 0,65 bar. Em outros termos, HARGREAVES (1975) recomenda que se deve aplicar água ao solo, quando já tiverem sido consumidos, pela planta, de 35 a 50% da água disponível.

O presente trabalho visou obter, em condições de solo e clima dos cerrados do Distrito Federal, um nível de umidade no solo adequado para a produção de raízes de cenoura, em fase de ativo desenvolvimento do sistema radicular.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um Latossolo Vermelho Escuro (LVE) da Fazenda do Tamanduá, pertencente à Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Brasília - DF (UEPAE/BRASÍLIA), órgão da EMBRAPA.

O Quadro 1 apresenta a análise textural e a densidade aparente do solo determinada pelo método do cilindro de Uhland (REICHARDT 1975). O Quadro 2 apresenta a análise química do solo onde foi instalado o experimento.

QUADRO 1 - Análise Textural* e Densidade Aparente do Solo onde foi Instalado o Experimento

Profundidade	Análise Textural (%)			DA
(cm)	Areia	Silte	Argila	(g/cm^3)
0 - 30	5	20	75	1,05

(*) Análise feita no Laboratório do Central Nacional de Pesquisa de Milo e Sorgo - EMBRAPA

QUADRO 2 - Análise Química** do Solo onde foi Instalado o Experimento

Profundidade (cm)	pH (1:2,5)	P (ppm)	Al (me/100ml)	Ca + Mg (me/100ml)	K (ppm)
0 - 30	4,89	1,0	0,2	1,5	44,0

(**) Análise feita no Laboratório da UEPAE de Brasília - EMBRAPA

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos se distinguiram pelos potenciais matriciais mínimos de água do solo: - 0,19; - 0,24; - 0,29 e - 0,33 bar que, de acordo com a curva característica, correspondiam, respectivamente, a 90; 75; 60 e 45% de água disponível no solo, à profundidade de 0,30m.

A cultura utilizada foi 'Nantes' e a semeadura foi feita em canteiros, em fileiras de 6,00m de comprimento, espaçadas de 0,20m. A parcela se constituía de 5 canteiros, sendo a parcela útil os 3 canteiros centrais, onde se suprimiu 1 metro em cada extremidade. Após a semeadura foi aplicado o herbicida Gesagard.

No local do experimento foi feita uma calagem com cal hidratada na base de 1,5 t/ha e a adubação foi feita com a fórmula comum de adubo 4-14-8, acrescida ainda com 2g de Bórax/m^2 e 20g de Sulfato de Magnésio/m^2, sendo aplicados 200 g de mistura por metro quadrado. Ainda foram aplicados 2kg de esterco de curral por metro quadrado.

Durante o cultivo, fizeram-se 1 desbaste aos 23 dias após a semeadura, mantendo-se 30 plantas por metro linear, 2 adubações em cobertura com 30g de Salitre do Chile/m^2 e 15g de Cloreto de Potássio/m^2 cada uma, respectivamente, aos 23 e 65 dias após o semeio, além de capinas manuais para manter sempre limpo o experimento. Também foram feitas 2 pulverizações com Dithane M-45 e 1 com Phosdrin, quando foi observado um início de ataque de pulgões.

As irrigações foram feitas diariamente, por aspersão, até o 40º (quadragésimo) dia após a semeadura, na base de 5mm/dia. A partir de então, foram iniciados os tratamentos, onde as irrigações se processaram por sulcos de infiltração fechados de 6,0m de comprimento e com 0,2% de declividade. Os sulcos foram espaçados de 0,40m e entre 2 sulcos se situavam 2 fileiras de plantas. O controle dos potenciais matriciais da água do solo foi feito por tensiômetros de mercúrio (REICHARDT 1975) instalados a 0,30m de profundidade, calibrados previamente e aferidos periodicamente pelo método gravimétrico padrão de estufa. A lâmina de água aplicada em cada irrigação e em cada tratamento era a equivalente para levar a água disponível do solo à capacidade de campo na profundidade de 0,30m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, visualmente, que não houve diferenças na coloração das raízes obtidas dos quatro tratamentos. Também não se constatou presença de "ombro verde" e, no geral, o aspecto sanitário foi bom. No que diz respeito a raízes secundárias, observou-se que nos tratamentos em que os potenciais matriciais da água do solo foram menores, a ocorrência pode ser considerada como moderada, segundo a classificação apresentada por ORZOLEK e CARROL (1976).

No Quadro 3 são apresentados os rendimentos médios de raízes, classificadas como produção comercial e produção total, em função dos tratamentos. As raízes comerciais foram aquelas que não se apresentavam digitadas, com rachaduras - longitudinais, com "ombro verde", sem nematóides e com comprimento igual ou maior que 12cm. No Quadro 4 apresentam-se o número de irrigações, a frequência média de irrigações e a lâmina d'água líquida aplicada, correspondentes aos tratamentos.

Embora não havendo diferença significativa na produção de raízes entre todos os tratamentos, observou-se que houve uma tendência de diminuição nos rendimentos à medida que se diminuíram os potenciais da água do solo. O fato está de acordo com BARNES (1936), que obteve maior produção de raízes quando o solo se encontrava com elevados teores de umidade.

DEMATTÊ (1972), trabalhando com os níveis de 50, 65 e 80% de água disponível no solo, encontrou que com 80% de água disponível, associado com irrigação por aspersão, houve um aumento significativo na produção total e média de raízes não comercializáveis de cenoura, enquanto que, para raízes comercializáveis, não houve diferença significativa entre os níveis de umidade estudados.

QUADRO 3 - Efeito do Potencial Matricial da Água do Solo sobre o Rendimento de Raízes de Cenoura

Potencial Matricial (bar)	Produção Comercial (t/ha)	Produção Total (t/ha)	Produção Comercial (%)
- 0,19	37,79 a *	43,33 a	87,21
- 0,24	30,88	35,58 a	86,79
- 0,29	26,55 ab	30,80 ab	86,20
- 0,33	17,12 b	22,63 b	75,65
C.V. (%)	23,7	22,1	-

(*) As médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Número e Frequência Média de Irrigações durante os Tratamentos e Lâmina Líquida Total Aplicada

Potencial Matricial (bar)	Nº de Irrigações	Frequência Média de Irrigação (dias)	Lâmina Líquida Total Aplicada ** (mm)
- 0,19	12	5,8	251,5
- 0,24	10	7	305,8
- 0,29	7	10	318,3
- 0,33	5	14	315,5

(**) Durante o período de tratamento ocorrerem precipitações pluviométricas que totalizaram 24,3mm.

Trabalhando com os mesmos níveis, 50; 65 e 80% de água disponível no solo, DEMATTÊ et alii (1974), concluíram que não houve diferenças significativas, com respeito à precocidade e produção de raízes de cenoura. A produção média de 36 t/ha obtida por estes autores se assemelha com as médias que foram obtidas no presente trabalho.

Os resultados do presente trabalho se assemelham com o que encontraram ROBINSON e McCOY (1967), concluindo que potenciais menores que - 0,33 bar reduziram significativamente o peso da cenoura, enquanto que potenciais maiores que - 0,16 bar e compreendidos entre - 0,17 e - 0,29 bar só tiveram efeito no consumo de água.

Tanto a produção comercial como a total, resultantes do presente estudo, que não diferiram significativamente até quando foram consumidas cerca de 40% de água disponível do solo, estão de acordo com o que recomenda HARGREAVES (1975).

CONCLUSÃO

Pelo exposto e nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que, para se obter melhores produções de raízes de cenoura, deve-se aumentar a frequência de irrigação para que o potencial da água do solo se mantenha sempre elevado. Durante o período de desenvolvimento ativo do sistema radicular, recomenda-se que novas irrigações devam ser feitas quando tiverem sido consumidos, no máximo, 40% de água disponível do solo.

LITERATURA CITADA

BARNES, W.C. *Effects of some enviromental factors on growth and color* of corrots. Ithaca, Cornell University. 1936. 36 p. (Memoir, 186).

BRADLEY, G.A. & LOUDENSLAGER, M.L. Stands, yields, and quality of irrigated carrots. Arkansas Far. Res., 20(1): 8. 1971.

BRADLEY, G.A.; SMITTLE, D.A.; KATTAN, A.A. Planting date irrigation harvest sequence and varietal effects on carrots yields and quality. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 90:223-34. 1967.

DEMATTÉ, J.B.I. *Contribuição ao estudo da sub-irrigação por tubos porosos de Stauch nas culturas de cenoura (Daucus carota L.)* e ervilha (*Pisum sativum L.*) Piracicaba. ESALQ. 1972 150 p.

DEMATTÉ, J.B. I.; IGUE, T.; NAGAI, V.; CAMARGO, L.S.; CAMPOS, H.R.; ALVES, S.; SCARDUA, R. & DEMATTÉ, J.L.TI. *Efeitos da irrigação na precocidade de cenoura, alface e ervilha.* Campinas, Instituto Agronômico. 1974. 24 p. (Circular 31).

HAAG, H.P. & HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliça. IX. Absorção de nutrientes pela cultura da cenoura. *O Solo*, Piracicaba, 61(2): 7-12, nov. 1969.

HARGREAVES, G.H. *Manual de requerimento de água para culturas irrigadas e agricultura seca.* Logan, Utah State University 1976. 41 p.

MILLAR, A.A. *Respuesta de los cultivos al deficit de água como información basica para el manejo del riego.* Petrolina, EMBRAPA/CPATSA. 61 p. (Seminário sobre manejo de água).

ORZOLEK, M.D. & CARROL, R.B. Method for evaluating excessive secondary root development in carrots. *HortScience*, 11(5): 479-80. 1976.

REICHARDT, K. *Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.* 3. ed. Piracicaba, Fundação, Cargill/CENA/USP/CNEN. 1975. 286 p.

ROBINSON, F.E. & McCOY, O.D. Pupulation, growth rate, and maturity of vegetable crops in relation to soil salinity and texture under sprinkler and furrow irrigation. *Agron. J.*, 59(2): 178-81 1967.

WHITAKER, T.W. *Carrot production in the United States* Wsshington, Departament of Agriculture. 1970. 37 p. (Agriculture handbook, 375).

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE DO SOLO NO CICLO E PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO HERBÁCEO (Gossypium hirsutum, L.)*

Francisco Assis de Oliveira**

RESUMO

Usando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, estudou-se o efeito de diferentes níveis de irrigação sobre a fenologia e produtividade de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum, L.), cultivar "IAC-13-1 Os tratamentos consistiram em irrigar a cultura quando o solo perdesse 30%, 45%, 60% e 90% da umidade disponível e irrigar pelos sintomas de murcha apresentados pelas plantas de 9 às 10 horas, respectivamente, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 e T_6. Os diferentes níveis de umidade do solo não apresentaram influência no ciclo da cultura.

Os números de irrigações exigidos pela culura foram 22, 15, 11, 9, 8 e 8. As lâminas líquidas aplicadas foram 615, 617, 605, 598, 659 e 591 mm, as alturas finais das plantas foram 81, 79, 79, 60, 65 e 60 cm e as produtividades foram 2.564, 2.824, 2.716, 2.821, 2.234 e 2.706 kg/ha, respectivamente, para os tratamentos T_1, T_2 T_3, T_4, T_5 e T_6. Os resultados de Produção não apresentaram diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos.

SUMMARY

An experiment in a ramdomized block design, with 6 treatments and 4 replications, was carried out to observe the effect of irrigation on cotton (cv. IAC-13-1) crop cycle and yield. The treatments were applied when the soil lost 30, 45, 60, 75 and 90 % of its available humidity, according to the drought symptoms showed by the plants from 9 to 10 AM. The different water treatments T1, T2, T3, T4, T5, T6 did not influence the crop cycle.

The number of irrigations required were 22, 15, 11, 9, 8 and 8; the water layers applied were 615, 617, 605, 598, 659, 591 mm, the final height of plants 81, 79, 79, 60, 65, 60 cm and the yields 2,564; 2,824; 2,716; 2.821; 2,234; 2,706 kg/ha, respectively.

Yield data did not present significant differences among treatments (F test: 5%).

INTRODUÇÃO

Dentre os países produtores de algodão, os Estados Unidos, México, Paquistão, Egito e Venezuela vêem o algodão irrigado como cultivo bastante rentável. No Brasil, principalmente no Nordeste, onde as irregularidades pluviométricas se fazem presentes, o cultivo do algodão irrigado praticamente inexiste. Justamente nesta região a produtividade do algodão é muita baixa em relação às demais áreas produtoras do País. Atribui-se este desnível ao déficit e/ou excesso de umidade do solo e às práticas de cultivo não condizentes com as exigências da cultura.

(*) Trabalho realizado pela UEP/Barreiras através do Convênio EPABA/CODEVASF

(**) Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador em Irrigação, EMBRAPA, Barreiras, BA

No Estado da Bahia, que é tradicional produtor de algodão, esta cultura já é tida como prioritária para algumas áreas irrigadas do Vale do Rio São Francisco, como é o caso do Projeto de Irrigação de São Desidério; porém, torna-se necessário que se façam trabalhos visando o manejo racional do solo-água-planta e, consequentemente, fornecer aos cotonicultores uma tecnologia capaz de propiciar-lhes rendimentos relativos satisfatórios.

DOSS et alii (1964), no Alabama, EUA, verificaram que o crescimento do algodoeiro herbáceo apresentou relação direta com o conteúdo de umidade disponível do solo. RIBEIRO (1965), na África, usando irrigação complementar no cultivo do algodão, obteve rendimentos médios de 2.600 kg/ha, valor bastante expressivo quando comparado com os rendimentos de 300 kg/ha, obtidos sem o uso da irrigação. ARANDA (1966), na Espanha, e FERRY et alii (1967) na Califórnia, encontraram que o aumento da umidade disponível do solo não significa acréscimo nos rendimentos do algodão irrigado.

Os objetivos do trabalho foram verificar o efeito de níveis de umidade do solo no ciclo fenológico da cultura, na frequência de irrigação e na produtividade da cultura durante a época seca do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Podzólico, na Estação Experimental da UEP de Barreiras, BA, no período de maio a outubro de 1976, utilizando-se um cultivar de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum, L.), "IAC-13-1." As características climáticas da região são classificadas, segundo HARGREAVES (1974) como seco úmido.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em irrigar a cultura, quando o solo perdesse 30%, 45%, 60%, 75% e 90% da umidade disponível e irrigar pelos sintomas de murcha apresentados pelas plantas de 9 às 10 horas (T_1, T_2, T_3 T_4, T_5 e T_6), respectivamente.

Usou-se parcela com 60,48 m^2 da área total, espaçamento entre fileira de 0,8m e 0,3m entre plantas. As fileiras foram dispostas em cima dos camalhões dos sulcos e deixou-se duas plantas por cova após o desbaste. Usou-se uma adubação básica nas dosagens de 120 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo e 60 kg/ha de N na forma de uréia. No plantio, aplicou-se todo o fosfato e 1/3 do nitrogênio. O restante de N foi aplicado em cobertura 45 dias após o plantio.

Utilizaram-se as irrigações em sulcos com saída de água no final, espaçados de 0,80m. A água chegava no experimento em regadeiras revertidas de plástico de onde era retirada para os sulcos parcelares, através de sifões calibrados. O controle das irrigações baseou-se na evaporação do tanque Classe A e no coeficiente da cultura determinando, experimentalmente, por Hargreaves e recomendado por POSSÍDIO e MILLAR (1976).

Observou-se a época da floração, formação dos frutos, abertura da primeira maçã e produtividade de cada tratamento e os resultados foram comparados estatisticamente pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento inicial das plantas foi muito vagaroso. Acredita-se que a oscilação entre as temperaturas máxima (37°C) e mínima (12°C) tenha sido a principal causa. Em todos os tratamentos o início da floração ocorreu dos 65 aos 68 dias, a abertura das primeiras maçãs dos 123 aos 126 dias e a colheita final aos 165 dias. Observa-se que os níveis de umidade do solo não influenciaram nas fases fenológicas da cultura. As alturas totais das plantas foram 81, 79, 79, 60, 65 e 60 cm, para os tratamentos T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 e T_6, respectivamente. Verifica-se, portanto, que houve uma tendência das plantas crescerem com os níveis de umidade do solo. Esta mesma cultivar, plantada em área adjacente duran

te o período das chuvas, alcançou a altura média de 127 cm (BORGES, 1976), permitindo, portanto, observar a influência do clima no desenvolvimento da cultura.

A análise estatística dos resultados de produção pelo teste F não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos. O Quadro 1 apresenta os resultados dos turnos e números de irrigações, lâminas aplicadas e produtividades. Observa-se que houve bastante variação do número de irrigações entre os tratamentos, o que não se verificou com as lâminas totais aplicadas. Isto se justifica pelo fato das irrigações mais frequentes necessitarem de se aplicar menores lâminas por irrigação. Irrigando-se a cultura pelo sintoma de murcha apresentado pelas plantas, tratamentos, T_6, foram aplicadas oito irrigações, e apresentou boa produtividade (2.706 kg/ha) quando comparado com os demais tratamentos.

QUADRO 1 - Frequência e número de Irrigações, Lâminas totais aplicadas e produtividade em função dos níveis de umidade do solo.

Tratamentos	Turno de Irrigação (dias)	Nº de Irrigações	Lâmina Aplicada (mm)	Produtividade (kg/ha)
T_1	3 - 7	22	615	2564
T_2	6 - 11	15	617	2824
T_3	7 - 12	11	605	2716
T_4	10 - 16	9	598	2821
T_5	12 - 18	8	659	2234
T_6	11 - 17	8	591	2706

CONCLUSÕES

1. O rendimento do algodão em rama, 2564, 2824, 2716, 2821, 2234 e 2706 kg/ha, para os tratamentos T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 e T_6, respectivamente, não apresentou diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.
2. As irrigações aplicadas foram 22, 15, 11, 9, 8 e 8, as lâminas líquidas, 615, 617, 605, 598, 659 e 591 mm, e as alturas das plantas foram 81, 79, 79, 60, 65 e 60 cm, para os tratamentos T_1 T_2 T_3, T_4 e T_6, respectivamente.

LITERATURA CITADA

ARANDA, José Martins. Efeito del regimen de riegos sobre el rendimento adelanto de consecha del algodõn. *Anales de Edafologia e Agrobiologia*. 25: 313-24 1966.

BORGES, J.W.M. *Comportamento de Cultivares de Agodão Herbáseo na Região do Alto Rio Grande, Estado da Bahia*. Barreiras, BA, UEPAE/EMBRAPA 1976. 12 p.(UEPAE /Barreiras).

DOSS, D.B. et alii Effect of moisture regime and stage of plant growth on moisture use by cotton. *Soil Science*, (3): 156-61. 1964.

FERRY, G.V. et alii. Guides in cotton irrigation. *Califórnia, Colege of Agricul ture*, University of Califórnia 1976. 24 p.

HARGREAVES, G.H. Climatic zoning for agricultura production in Northeast of Brazil. Logan Utah State University, 1979. 6 p.

POSSÍDIO, E. de L.; MILLAR, A. Controle de irrigação em pesquisa onde o fator não é variável experimental. *Petrolina, PE*, EMBRAPA/CPATSA, 1976. p. 3-4.

RIBEIRO, E.K. de Q. O algodão; novos processos de Produção, comércio e indústria. *Porto Moçambique*, 1965. p. 54-59.

BIBLIOTECA - UFPB
CAMPUS VII - PATOS - PB

ANÁLISE DAS ESTIMATIVAS DE CHUVA, PARA SANTANA DO IPANEMA E PALMEIRA DOS ÍNDIOS (AL) ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO GAMMA E DA MÉDIA*

E.R. Porto **
J.K. Hancock ***
L.C.G. Barros **

RESUMO

Baseado em 55 anos de dados das estações meteorológicas de Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios, uma análise foi feita sobre a utilização da distribuição gamma incompleta e da média pluviométrica, em estimativas de chuva.

Um programa de computador foi desenvolvido para calcular a quantidade de chuva, mensal e anual, associada a 7 níveis de probabilidade, utilizando uma amostra de 30 anos, e comparar os resultados com a sequência dos 25 anos seguintes.

O desvio padrão para os meses e ano foi calculado. A comprovação das probabilidades esperadas e observadas foi efetuada através do teste de qui quadrado.

Com exceção do mês de maio, para Palmeira dos Índios, a distribuição gamma apresentou resultados que condizem com os observados, para o período chuvoso. Quanto ao período de baixa precipitação, as probabilidades esperadas diferiram das observadas. Esta discrepância foi causada pelo tamanho da amostra, a qual não representou a população.

A precipitação média mensal e anual, baseada em 30 anos de dados, não deve ser considerada como índice para planejamento agrícola.

Finalmente, em análise de precipitação, o tamanho da amostra é tão importante quanto o tipo de distribuição a ser usada.

SUMMARY

Based on 55 years of rainfall data, from Santana do Ipanema and Palmeira dos Índios, an analysis was made utilizing the incomplete gamma distribution and the mean precipitation for estimating rainfall.

A computer program was developed to calculate the amount of precipitation, monthly and annual, at 7 probability leves based on 30 years and to compare with the following 25 years of data.

The standard deviation for the months and years was calculated. A comparison of the expected probabilities with the actual ones was made through a chi-square test.

Excepting the month of may, for Palmeira dos Índios, the

(*) Contribuição da UEPAE/PENEDO - EMBRAPA ao 9º Congresso de Eng. Agrícola
(**) Pesquisador da UEPAE/PENEDO - EMBRAPA
(***) Assistente de Pesquisa - UTAH STATE UNIVERSITY

gamma distribution was reliable in rainy season. However, in the dry season, expected and actual differed considerably. This difference was caused by sample size which did not represent the population.

The mean monthly and annual rainfall based on 30 years of data shoult not be considered as an indez for agricultural planning.

In fine, in the analysis of precipitation data the leng ht of record has the same importance as the kind of distribution to be used.

INTRODUÇÃO

A instabilidade pluviométrica é um dos fatores responsáveis pelas baixas produtividades apresentadas pelas culturas, nas zonas de média e baixa precipitação do Nordeste.

Nas regiões de Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios, as chuvas são concentradas no período de maio a julho, apresentando médias anuais nas proximidades de 600 a 800mm. Nestas, é registrada a ocorrência de secas que prejudicam sobremaneira, a agricultura ali desenvolvida.

Como estímulo, nestas regiões estão sendo implantados programas especiais, apoiados pelo governo federal, tendo como uma das metas, fortalecer as pequenas e médias unidades de produção agropecuária para capacitá-las a resistir aos efeitos das secas, através da formação de reservas mínimas de água, SUDENE (1977).

Para o desenvolvimento de uma exploração agrícola racional, em regime de sequeiro ou de irrigação, é necessário uma estimativa das quantidades prováveis de chuva, baseada em dados de anos anteriores. Quando, porém, existe limitação na quantidade de água para a agricultura, esta estimativa se torna fator decisivo.

Várias metodologias têm sido consideradas na análise de precipitação. Algumas delas são relativamente simples, outras requerem complexas fórmulas matemáticas.

BARGER e THOM (1949); WEAVER e MILLER (1967); MILLER e WEAVER (1968) e HARDEE (1971) têm mostrado que a distribuição gamma incompleta se ajusta bem para representar dados de precipitação. Todavia, HARDEE (1971) encontrou que, para alguns meses, de baixa precipitação, a distribuição gamma não foi bem sucedida.

Quando da realização de planejamentos agrícolas, que envolve precipitação, é usual a aceitação da média pluviométrica como valor provável. Também, é possível a estimativa de quantidades de chuva associadas a específicos níveis de probabilidade, sendo esperado que estes sejam condizentes aos anos seguintes. É objetivo deste trabalho analisar as estimativas de quantidades de chuva, através da média aritmética e da distribuição gamma.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um programa de computador foi desenvolvido para calcular a quantidade de chuva associada a 7 níveis de probabilidade, média e comparar os valores calculados com os observados, nos anos seguintes àqueles considerados como amostra.

Através deste programa, 55 anos de dados mensais, fornecidos pela SUDENE foram analisados. A distribuição gamma incompleta foi adotada. Para os cálculos foram utilizados 30 anos iniciais de dados. Para a comparação foram utilizados os 25 anos seguintes.

Posteriormente, o desvio padrão foi calculado e o teste de qui quadrado,

com alfa de 1%, foi usado. Nestes, os dados cuja precipitação provável foi igual a zero, não foram utilizados. Isto por que, obrigatoriamente,, a percentagem excedida passou a ser 100%.

RESULTADOS

Nos Quadros 1 e 2, correspondendo, respectivamente, a Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios, são encontradas as quantidades de chuva associadas a 7 níveis de probabilidade (95%, 90%, 80%, 75%, 70%, 60% e 50%), média, percentagem excedida e desvio padrão para os meses e ano.

Para cada nível de probabilidade são esperadas que as quantidades de chuva previstas sejam igualadas ou superadas.

Nestes quadros, é considerada como percentagem excedida (% EXCEDIDA), a percentagem do número de anos da comparação, em que a quantidade de chuva foi igual ou superior à quantidade prevista para cada nível de probabilidade. Por exemplo, é esperada uma quantidade de chuva maior ou igual a 3,0 mm, no mês de janeiro, com 75% de chance de sucesso, para Santana do Ipanema. Todavia, em apenas 68% dos isto ocorreu.

QUADRO 1 - Probabilidade de Chuva, Percentagem Excedida, Médio e Desvio Padrão.

ESTAÇÃO: SANTANA DO IPANEMA - ALAGOAS LAT 22 9 , LONG 37 15 , ELEV. 250
RECORDE COMEÇOU EM 1913 55 ANOS DE DADOS

PROBABILIDADES GAMMA E MÉDIA DE 30 ANOS DE DADOS COMPARADAS COM OS 25 ANOS SEGUINTES, MM

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANU
95.% PROB.	0.	0.	0.	6.	19.	18.	30.	1.	0.	0.	0.	0.	334.
% EXCEDIDA	100.	100.	100.	96.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100
90.% PROB.	0.	2.	0.	12.	32.	30.	43.	3.	0.	0.	0.	0.	430
% EXCEDIDA	100.	72.	100.	88.	100.	96.	92.	100.	100.	100.	100.	100.	96.
80.% PROB.	1.	6.	2.	25.	55.	53.	65.	9.	2.	0.	0.	1.	572
% EXCEDIDA	68.	72.	80.	84.	92.	92.	76.	100.	56.	100.	100.	64.	84.
75.% PROB.	3.	9.	4.	32.	67.	64.	75.	13.	3.	0.	0.	2.	633.
% EXCEDIDA	68.	60.	80.	76.	84.	88.	72.	96.	56.	100.	100.	64.	68.
70.% PROB.	4.	13.	6.	40.	78.	76.	84.	19.	4.	0.	0.	4.	692.
% EXCEDIDA	68.	56.	80.	68.	76.	80.	60.	88.	56.	100.	100.	64.	60.
60.% PROB.	10.	22.	13.	56.	103.	100.	104.	33.	7.	1.	2.	9.	808
% EXCEDIDA	56.	44.	72.	56.	64.	68.	52.	84.	52.	100.	56.	52.	24.
50.% PROB.	19.	35.	24.	74.	130.	128.	125.	52.	11.	3.	4.	18.	928
% EXCEDIDA	48.	28.	60.	44.	32.	44.	32.	64.	48.	28.	56.	52.	12.
MÉDIA	55.	71.	67.	105.	165.	164.	146.	104.	25.	21.	31.	63.	1016
% EXCEDIDA	4.	2.	9.	8.	3.	7.	3.	4.	11.	3.	7.	3.	1.
S DAS %	7.	16.	9.	3.	10.	9.	9.	17.	15.	32.	5.	10.	21.

QUADRO 2 - Probabilidade de Chuva, Percentagem Excedida, Média e Desvio Padrão.

ESTAÇÃO: PALMEIRA DOS ÍNDIOS - ALAGOAS LAT. 9 24 , LONG 36 39 . ELEV. 342
RECORDE COMEÇOU EM 1913 55 ANOS DE DADOS

PROBABILIDADES GAMMA E MÉDIA DE 30 ANOS DE DADOS COMPARADAS COM OS 25 ANOS SEGUINTES, MM

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANU
95.% PROB.	0.	9.	1.	17.	34.	53.	63.	16.	6	0.	0	0.	526.
% EXCEDIDA	100.	60.	88.	96.	96.	92.	92	100.	92	100.	100.	100.	96.
90.% PROB.	0.	13.	3.	25.	48.	69.	78.	24.	9	0.	0	0.	595.
% EXCEDIDA	100.	56.	84.	92.	96.	88.	88.	100.	84.	100	100.	100	96.
80.% PROB.	2.	20.	9.	37.	71.	91.	97.	39.	15.	1	0.	1.	687.
% EXCEDIDA	88.	44.	80.	84.	92.	84.	88.	100.	84	92	100.	100.	88.
75.% PROB.	3.	23.	13.	43.	82.	100.	106	46	18.	2.	1.	2.	724.
% EXCEDIDA	88.	40.	80.	80.	92.	84.	88.	96.	84.	84	72.	80.	84.
70.% PROB.	4	26.	16.	48.	92	110.	114.	53	20.	3	1	3.	758.
% EXCEDIDA	88.	36	72.	80.	84	76	84	88	84	80	72	80	84.
60.% PROB	8.	33	26.	60.	113.	128.	129.	67	26	7	3	6	823.
% EXCEDIDA	80.	28.	60	72	84.	72	76.	76	84	64	68.	72	80.
50.% PROB.	14.	40.	37	72	135	146.	145.	83	32	12.	5.	10.	888
% EXCEDIDA	64.	24	60	68.	68.	64.	64	72.	80	56	64.	56	76
MÉDIA	30.	48.	61.	84	156	160	154.	101	38	31.	19.	31.	913.
% EXCEDIDA	9.	4.	11	17	15.	15.	16.	14.	19	4	12	10.	19
S DAS %	15.	33	5	9.	15.	8.	11	17.	16.	9	15.	12	14

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

Os resultados do teste de qui quadrado, entre a probabilidade esperada, versus observada, mensal e anual, são apresentados nos Quadros 3 e 4, para Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios, respectivamente.

QUADRO 3 - Teste Qui Quadrado entre a Probabilidade Esperada e Observada, para a Estação de Santana de Ipanema.

MÊS	Valor Tabelado [a]	Valor Calculado	Conclusão
Janeiro	13,3	2,9	Aceita Ho [b]
Fevereiro	15,1	24,2	Rejeitada
Março	13,3	6,2	Aceita
Abril	16,8	1,3	Aceita
Maio	16,8	11,8	Aceita
Junho	16,8	7,9	Aceita
Julho	16,8	9,6	Aceita
Agosto	16,8	30,4	Rejeitada
Setembro	13,3	16,0	Rejeitada
Outubro	6,6	36,3	Rejeitada
Novembro	6,6	1,0	Aceita
Dezembro	13,3	6,5	Aceita
Anual	16,8	53,4	Rejeitada

a - Alfa de 1%
b - Ho = Hipótese nula = As probabilidades não diferem

QUADRO 4 - Teste Qui Quadrado entre Probabilidade Esperada e Observada, para a Estação de Palmeida dos Índios

MÊS	Valor Tabelado [a]	Valor Calculado	Conclusão
Janeiro	13,3	18,3	Rejeitada Ho [b]
Fevereiro	16,8	105,4	Rejeitada
Março	16,8	3,3	Aceita
Abril	16,8	10,9	Aceita
Maio	16,8	24,9	Rejeitada
Junho	16,8	8,2	Aceita
Julho	16,8	14,2	Aceita
Agosto	16,8	30,8	Rejeitada
Setembro	16,8	27,2	Rejeitada
Outubro	13,3	5,3	Aceita
Novembro	11,3	13,4	Rejeitada
Dezembro	13,3	9,9	Aceita
Anual	16,8	25,3	Rejeitada

a - Alfa de %
b - Ho = Hipótese nula = As probabilidades não diferem

DISCUSSÃO

De acordo com os Quadros 3 e 4 os meses de janeiro, fevereiro, maio, agosto, setembro, outubro e novembro, e o total anual tiveram a hipótese de nulidade rejeitada. Com exceção do mês de maio, para Palmeira dos Índios, estes meses são de baixa precipitação.

A precipitação pluviométrica para os referidos meses apresenta uma irregularidade superior à apresentada pelos meses chuvosos, o que proporciona uma divergência anormal nos cálculos de probabilidade, dependendo de quais anos fazem parte da amostra.

Quando da análise dos dados, estes foram divididos em duas amostras. Uma amostra para o cálculo da probabilidade e outra para a comparação. A comparação destas, para os meses com hipótese nula rejeitada, evidenciou que os valores da primeira amostra em muito diferem da segunda, para o mesmo mês. Por exemplo, em fevereiro, para Santana do Ipanema, foi verificado que na amostragem para o cálculo da probabilidade, 5 dos anos apresentaram precipitação próxima de 200mm e 5 próxima de 100mm, dando uma média de 71mm. Todavia, na amostragem para a comparação, a sequência dos anos apresentou uma baixa precipitação. Nesta, apenas 3 anos apresentaram precipitação nas proximidades de 100mm, dando uma média de 27 mm. Como consequência, a precipitação prevista foi elevada quanto à observada foi reduzida, subestimando a percentagem excedida. Isto evidencia um efeito cíclico, que, segundo **LONGLEY** (1952), desaleatoriza o processa de amostragem. Casos inversos também foram verificados, ou seja, a precipitação prevista foi reduzida e a observada foi elevada.

Os valores anuais também apresentaram irregularidades pela mesma razão exposta. Em Santana do Ipanema, a média anual dos primeiros 30 anos de dados foi de 1016mm. Nos 25 anos seguintes, esta foi de 718mm.

A média aritimética de precipitação, quer mensal, quer anual, de 30 anos de dados não produziu um bom índice de estimativa de chuvas. A percentagem excedida, para as duas localidades, foi inferior a 20%. Isto é devido à ocorrência de valores extremamente altos com baixa frequência. Estes valores contribuem para a elevação da média, tornando-a difícil de ser igualada ou superada.

CONCLUSÕES

Os resultados da análise comprovam a eficácia da distribuição gamma incompleta para a estimativa de quantidades de chuva. Devido à heterogeneidade entre a amostragem para o cálculo e a amostragem para a comparação, nos meses de baixa precipitação, os resultados não foram condizentes.

Para o período chuvoso, a amostragem constituída por 30 anos de dados é satisfatória. Todavia, para o período seco, esta amostragem parece não representar a população.

A média aritmética de precipitação mensal e anual, baseada em 30 anos, não deve ser considerada como índice em planejamento agrícola.

Em análise de precipitação, o tamanho da amostra é tão importante quanto o tipo de distribuição a ser usada.

LITERATURA CITADA

BARGER, G.L. e THOM, H.C.S., Evaluation of drought hazard. *Agronomy Journal* - (11): 519 - 26. 1949.

BRASIL, SUDENE. *Projeto Sertanejo*. Programa Anual de Trabalho. 1977.

HARDEE, J.E. *Analysis of Colombian precipitation to estimate irrigation requirements*. Utah water Research Laboratory publication PRWG 69-4 1971. 67 p.

LONGLEY, R.W. Measures of the variability of precipitation. *Monthly Weaver Review*. (80): 111 - 7.

MILLER, M. e WEAVER, C.R. Monthly and Annual precipitation probabilities for climatic divisions in Ohio. *Ohio Agricultural Research and Development Center*. Research bulletin 1005. 1968. 11 p.

WEAVER, C.R. e MILLER, M. A precipitation probability computer program. *Ohio Agricultural research and Development Center*. Research circular 155. 1967. 10 p.

DETERMINAÇÃO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM TRÊS SOLOS DO BREJO PARAIBANO*

João Felinto dos Santos**
Benjamin Fernandez*** *

RESUMO

A finalidade deste trabalho foi determinar escoamento superficial em três solos da região do Brejo Paraibano, utilizando o "Modelo Simplificado para Estimar Escoamento Superficiel (MES) proposto por MILLAR & LIU (1977). Os solos estudados foram: um litólico (solo 1) e um podzólico vermelho amarelo (solo 2) ambos do município de Areia, Paraíba, e um podzólico vermelho amarelo (solo 3) do município de Alagoa Nova-PB. Os menores valores de escoamento superficial corresponderam ao solo 2, ao passo que os dois restantes mostraram valores bastante semelhantes, sendo também mais susceptíveis de provocarem problemas de drenagem superficial e inundações. O solo 2 apresentou poucas lâminas de escoamento acima de 25mm, o que assinala a sua menor habilidade para criar esse tipo de problema.

SUMMARY

The purpose of this study was to assess surface runoff for three soils from the brejo paraibano region by using the methodology of the Simplified Model for Determining Surface Runoff propossed by MILLAR & LIU (1977). Soils studied were a Litholic (soil 1), a Red-Yellow Podzolic (soil 2), both from the município of Areia, PB, and a Red-Yellow Podzolic (soil 3) from the município of Lagoa Nova-PB. The lowest amounts of surface runoff under identical conditions of intensity and duration of the rainfall, occurred in soil 2. No significant differences in the quantities of surface runoff were found between soils 1 and 3 which, because of their lower rates of water infiltration, showed to be more susceptibles to induce drainage and waterlogging problems. Soil 2, on the other hand, exhibited few surface runoff events above 25mm and, consequently, does not create that kind of problems at the same level of severity than do soils 1 and 3.

INTRODUÇÃO

A infiltração desempenha papel de suma importância no ciclo hidrológico de uma área ou região. É o processo que separa a precipitação ou água superficial entre escoamento superficial e fluxo subsuperficial. Tem-se reconhecido, desde muito tempo atrás, que a capacidade de um solo para absorver água não é constante. A penetração da água no começo do processo é, comumente, mais alta que algum tempo depois, motivada pela existência de um alto gradiente de potencial total entre a camada superficial, onde está penetrando a água, e aquela imediatamente além da frente de molhamento, que determina um mais rápido movimento de

---

(*) Contribuição do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Escola de Agronomia do CCA-UFPb, Areia, Paraíba

(**) Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Manejo e Conservação de Solos

(***) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Professor da Escola de Agronomia do CCA - UFPb, Areia, Paraíba.

água para baixo. No entanto, com o tempo, à medida que avança a frente de molhamento, o gradiente de potencial diminui e, em consequência, a infiltração aproxima-se a um valor mais ou menos constante, que corresponde à infiltração básica ou final (BODMAN et alii, 1944; TAYLOR et alii, 1953; SWARTZENDRUBER & HILLEL, 1973; REICHARDT, 1975). Num estudo acerca do efeito das culturas na velocidade de infiltração de um solo bruno de Dakota do Norte, EEUU, FERNANDEZ & WILKINSON (1965) encontraram que o conteúdo inicial de umidade do solo afetou os valores de infiltração. Similares resultados têm sido reportados por outros pesquisadores (PHILLIP, 1975; PARR et alii, 1960; TISDAL, 1960; AZEVEDO et alii, 1975).

O escoamento superficial é a quantiade de chuva que não se infiltra no solo nem se acumula sobre a superfície, nem escorre segundo o declive do terreno indo-se acumular em barrancos ou córregos. A taxa de escoamento superficial de uma bacia determina e, consequentemente, sua capacidade de provocar erosão é influenciada por diversos fatores, tais como tipo de solo, declividade do terreno, manejo do solo e cobertura vegetal (HOLTAN et alii, 1950); MOLDENHAUR et alii, 1967; BURWELL e LARSON, 1969; WILLIANS, 1972). O conhecimento da quantidade do escoamento superficial de uma região é de grande importância, já que fornece informação para estimar o índice da erosão de arraste de um solo, bem como para dimensionamento de açudes, sistemas de drenagem superficial e outras estruturas agrícolas.

A finalidade deste trabalho foi determinar escoamento superficial em 3 solos do Brejo Paraibano, caracterizados em termos de declividade e cobertura - vegetal, segundo a metodologia proposta por MILLAR & LIU (1977).

MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste trabalho é determinar o escoamento superficial de três solos, dois deles situados no CAMPUS III do CCA/UFPb, município de Areia, PB, e um terceiro, no município de Lagoa Nova, Paraíba.

Caracterização das Áreas

O município de Areia possui uma superfície de 14.300 hectares e está localizado a $6^{0}50'12''$ de latitude sul e $35^{0}14'15''$ de longitude Oeste; Lagoa Nova está localizada a $7^{0}03'56''$ de longitude Sul e a $35^{0}41'00''$ W.G.

Segundo a classificação de THORNTHWAITE (1948), o clima de Areia é B_1 r A' a', que corresponde a clima úmido com pouca deficiência de umidade, megatérmico, com pequena variação de temperatura. Na de KOPPEN (1936), por outro lado, enquadra-se como AS, ou seja, clima tropical, semi-árido, com estação chuvosa no período de outono-inverno. Precipitação média anual é de 1470,3mm, da qual mais de 50% caem nos meses de março a agosto. A temperatura média anual é de $23,24^{0}C$ A umidade relativa do ar é alta, variando entre 75%, no mês de novembro, e 87% nos meses de junho e julho.

O município de Lagoa Nova apresenta, em parte, bioclima 3 CTh, nordestino seco, da classificação de Gaussen, citado por BORGES (1979). Grandes áreas são influenciadas pelo tipo bioclimática 3 dth (mais úmido que quente), conforme a classificação do KOPPEN. Apresente 4 a 5 meses com baixa pluviosidade. Em continuação, no Quadro 1 apresenta-se uma caracterização geral dos três solos estudados.

Metodologia do Modelo de Escoamento Superficial - MES

A metodologia utilizada neste estudo corresponde à do Modelo de Escoamento Superficial (MES), descrita por MILLAR & LIU (1977), cujo fluxograma se apresenta na Figura 1. Em continuação se detalham as diferentes etapas do modelo.

Cálculo de Escoamento Superficial

- Determinação de demanda atmosférica média entre duas chuvas (P_2 e P_1.

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SOLOS SELECIONADOS, DECLIVIDADE, PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM, USO ATUAL E NOMES CIENTÍFICOS

SOLO	ASSOCIAÇÃO	DECL. %	PROF - cm	USO ATUAL	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO
1.	Litólico Eutrófico com A moderado, textura média, fase floresta sub-perenifólia, revelo forte ondulado do substrato gneiss	25	0 - 23 23 - 32 32 - 70+	Pastagem	Capim Gordura	Melinis minutiflora Beauv...
2.	Podzólico Vermelho Amarelo com A proeminente, textura argilosa, fase floresta sub-perenifólia, relevo forte ondulado do substrato gneiss	20	0 - 20 20 - 40 40 - 60 60 - 74 74 -120+	Posio	Brachyaria	Brachyaria decumbens Staff .
3.	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico com A proeminente, textura média/argilosa, Fase Floresta Tropical sub-perenifólia/sub - caducifólia, revelo ondulado e forte ondulado	18	0 - 20 20 - 70 70 -112 112 - 115 - 140 115 - 140 - 150+	Pastagem	Amor de Vaqueiro Milhã do Brejo	Meibomia aspera Desv. ..... Hymenachne auriculata Chase

Os dados de evapotranspiração foram obtidos do trabalho de FERNANDES & GONDIM (1979).

- Definição do conteúdo de água dos solos no início da chuva P_2, mediante a fórmula.

$$\Theta = a\ bt^{-1} \qquad (1)$$

- Cálculo da infiltração acumulada. Para conhecer o efeito do conteúdo inicial de água dos solos na infiltração acumulada, fizeram-se testes de infiltração a diferentes conteúdos de umidade. Com os valores obtidos traçaram-se as curvas de infiltração acumulada, obtendo-se, assim, uma família de curvas que obedeceram a seguinte função.

$$D = CT^{m} \qquad (2)$$

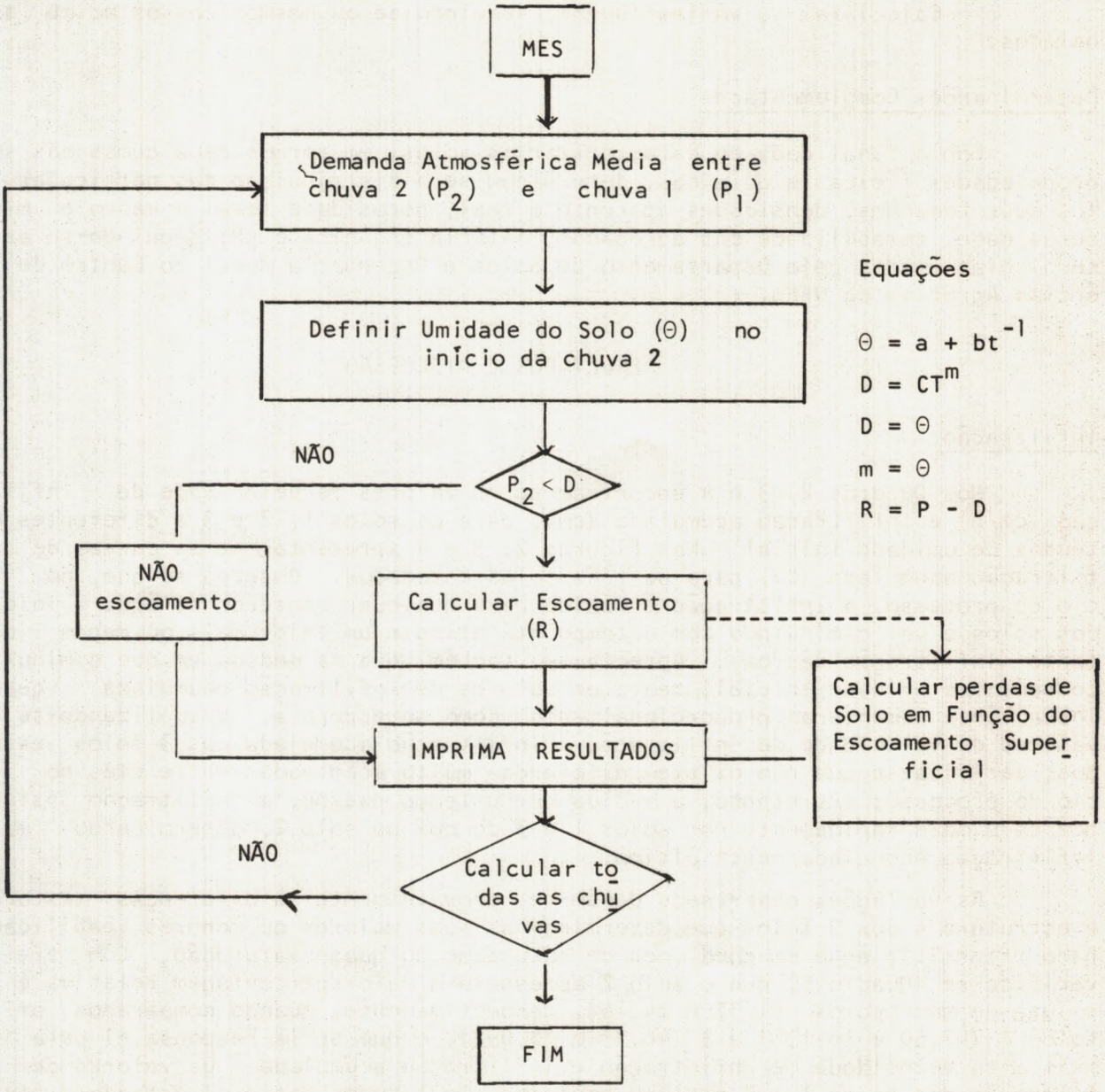


FIGURA 1 - Fluxograma que mostra a sequência do Modelo de Escoamento Superficial

- Cálculo do **C** (da equação **2**) em função do conteúdo de água.

$$C = \alpha \Theta^{\beta} \qquad (3)$$

- Computação de **m** (inclinação da curva de infiltração, em função da umidade do solo Θ

$$m = \rho\Theta^{\alpha} \qquad (4)$$

- Determinação de **D** (lâmina de água infiltrada) durante a chuva **2** (P_2)

- Cálculo do escoamento superficial. Com os valores de **C** e m para o conteúdo de água Θ, no início da chuva, e a intensidade e duração da mesma, calculou-se a lâmina de água infiltrada. Quando a chuva superou a lâmina infiltrada ($P_2 > D$), determinou-se o escoamento superficial. Quando, por outro lado, a chuva **2** foi inferior à lâmina infiltrada ($P_2 < D$), não houve escoamento.

Calcularam-se várias chuvas, seguindo-se os mesmos passos acima assinalados.

Determinações Complementares

Com a finalidade de caracterizar os solos, em termos de algumas das suas propriedades físicas e químicas, determinou-se a distribuição das partículas pelos seus tamanhos, densidades aparente e real, porosidade total e macro e micro porosidade, estabilidade dos agregados, matéria orgânica e pH, seguindo-se as metodologias usadas pelo Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFPb.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Infiltração

Nos Quadros 2, 3 e 4 encontram-se os valores de velocidade de infiltração (cm/h) e infiltração acumulada (cm), para os solos 1, 2 e 3 a diferentes conteúdos de umidade inicial. Nas Figuras 2, 3 e 4 apresentam-se as curvas de infiltração acumulada (D), para os três solos estudados. Observa-se que, no início do processo, a infiltração é rápida para qualquer conteúdo de água inicial dos solos e vai diminuindo com o tempo até atingir um valor mais ou menos constante (infiltração básica). Aprecia-se, também, que na medida em que diminui o conteúdo de umidade inicial, tanto os valores de infiltração acumulada quanto instantânea aumentaram proporcionalmente, como se esperava. Visualizando-se os valores de velocidade de infiltração e infiltração acumulada dos 3 solos estudados, verifica-se que não existem diferenças muito acentuadas entre eles no início do processo; entretanto, à medida que o tempo passou, a infiltração instantânea caiu mais rapidamente nos solos 1 e 3 do que no solo 2, determinando maior infiltração acumulada neste último.

As variações observadas devem-se, provavelmente, a diferenças texturais e estruturais dos 3 solos que determinam as suas maiores ou menores habilidades para transmitir água em condições de saturação ou quase saturação. Com efeito, verifica-se (Quadro 5) que o solo **2** apresenta a maior percentagem relativa e absoluta de macroporos (51,37 e 24,14%, respectivamente, quando comparados com os solos 1 (47,50 e 16,15%) e **3** (46,73 e 18,09%), o que seria responsável pela sua mais alta velocidade de infiltração e infiltração acumulada. Os valores de infiltração dos solos 1 e **3** mostram bastante similitudes entre si estando, portanto, em conformidade com as suas propriedades físicas também muito parecidas como se observa nos Quadros 12, 13 e 14.

QUADRO 2 - Velcoidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Média para Diferentes Conteúdos de Umidade Inicial do Solo 1

TEMPO PARCIAL (min)	TEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO (cm/h)		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (m)	
		Θ = 19,20	e 14,36%	Θ = 19,20	e 14,36%
0	0	-	-	-	-
2	2	40,0	70,0	1,3	2,3
2	4	23,0	41,0	2,1	3,7
5	9	21,3	40,4	3,9	7,1
5	14	20,4	34,0	5,6	9,9
10	24	19,2	33,8	8,8	15,5
20	44	17,3	29,9	14,6	25,5
30	74	15,5	29,0	23,3	40,0
30	104	14,5	23,3	29,6	51,6
		Θ = 9,69	e 8,82%	Θ = 9,96	e 8,82%
0	0	-	-	-	-
2	2	85,0	90,0	2,8	3,0
5	9	42,8	54,0	7,9	9,4
5	14	41,2	39,6	11,3	12,7
10	24	35,0	43,8	17,2	20,0
20	44	30,3	40,2	27,3	33,4
30	74	25,2	30,0	39,9	48,8
30	104	21,8	30,0	50,8	63,4
		Θ = 7,96	e 6,23%	Θ = 7,96	e 6,23%
0	0	-	-	-	-
2	2	111,0	132,0	3,7	4,4
2	4	74,0	75,0	6,2	6,9
5	9	57,2	68,4	10,9	12,6
5	14	52,4	58,4	15,3	18,3
10	24	48,4	54,0	23,4	27,3
20	44	42,3	44,7	37,5	42,2
30	74	35,7	35,6	55,4	60,0
30	104	31,9	32,6	71,3	76,3

QUADRO 3 - Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Médias para Diferentes Conteúdos de Umidade Inicial do Solo 2

TEMPO PARCIAL (min)	TEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO (cm/h)		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (cm)	
		Θ = 36,31	e 33,02%	Θ = 36,31	e 33,02%
0	0	-	-	-	-
2	2	63,0	72,0	2,1	2,4
2	4	39,0	42,0	3,4	3,8
5	9	34,8	39,6	6,3	7,1
5	14	29,4	33,0	8,8	9,9
10	24	27,9	30,0	13,5	14,9

QUADRO 3 - Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Médias para Diferentes Conteúdos de Umidade Inicial do Solo 2 (Continuação)

TEMPO PARCIAL (min)	TEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO (cm/h)		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (cm)	
		Θ = 36,31	e 33,02%	Θ = 36,31	e 33,02%
20	44	23,8	24,8	21,4	23,2
30	74	22,4	22,6	32,6	34,5
30	104	19,7	20,2	42,5	44,6
		Θ = 28,77	e 25,35%	Θ = 28,77	e 25,35%
0	0	-	-	-	-
2	2	75,0	85,5	2,5	2,8
2	4	48,0	46,7	4,0	4,5
5	9	42,5	45,6	7,6	8,3
5	14	37,8	41,4	10,8	11,9
10	24	33,6	36,3	16,4	17,9
20	44	26,6	28,4	25,2	27,9
30	74	23,1	25,1	36,8	40,5
30	104	20,8	21,7	47,2	51,4
		Θ = 24,8	e 23,15%	Θ = 24,8	e 23,15%
0	0	-	-	-	-
2	2	96,0	137,0	3,2	4,6
2	4	57,0	85,0	5,1	7,4
5	9	51,6	69,6	9,4	13,2
5	14	48,4	61,2	13,3	18,3
10	24	38,0	45,4	19,7	25,9
20	44	31,6	43,1	30,3	40,2
30	74	24,7	38,9	42,6	59,4
30	104	20,3	36,1	52,8	77,7

QUADRO 4 - Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Média para Diferentes Conteúdos de Umidade Inicial do Solo 3

TEMPO PARCIAL (min)	TEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO (cm/h)		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (cm)	
		Θ = 18,38	e 17,01%	Θ = 18,38	e 17,01%
0	0	-	-	-	-
2	2	55,5	60,0	1,85	2,0
2	4	46,5	36,0	3,40	3,2
5	9	34,2	34,8	6,25	6,1
5	14	28,8	32,4	8,65	8,8
10	24	28,2	31,8	13,35	14,3
20	44	23,9	25,2	21,32	22,7
30	74	23,9	25,2	33,27	37,2
30	104	21,1	25,4	43,82	49,9
		Θ = 12,73	e 9,59%	Θ = 12,73	e 9,59%

QUADRO 4 - Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada Médio para Diferentes Conteúdos de Umidade Inicial do Solo 3 (Continuação)

TEMPO PARCIAL (min)	TEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDADE INFILTRAÇÃO (cm/h)		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (cm)	
		Θ = 12,73 e 9,59		Θ = 12,73 e 9,59%	
0	0	-	-	-	-
2	2	78,0	126,0	2,6	4,2
2	4	42,0	71,0	4,0	6,6
5	9	34,2	55,5	6,8	11,2
5	14	30,1	48,8	9,3	15,3
10	24	24,6	39,8	13,4	21,9
20	44	22,0	31,2	20,8	32,3
30	74	16,6	29,0	29,1	46,8
30	104	13,7	27,1	35,9	60,3
		Θ = 8,2%		Θ = 8,2%	
0	0	-	-	-	-
2	2	129,0	-	4,3	-
2	4	90,0	-	7,3	-
5	9	78,0	-	13,8	-
5	14	81,6	-	20,6	-
10	24	52,8	-	29,4	-
20	44	54,0	-	47,4	-
30	74	54,0	-	74,7	-
30	104	46,0	-	97,7	-

QUADRO 5 - Valores (%) de Conteúdo de Água Retida em Volume, e de Macro e Micro Porosidade Relativa e Absoluta

SOLO	CONTEÚDO DE ÁGUA (Θ) A 0,33 BAR	MACROPOROSIDADE		MICROPOROSIDADE	
		Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta
	% vol	%			
1	17,85	47,50	16,15	52,50	17,85
2	22,86	51,37	24,14	48,63	22,86
3	20,61	46,73	18,09	53,27	20,61

Relação Umidade-Tempo Após Chuva

Na Figura 5 encontram-se as curvas que relacionam o conteúdo de umidade em volume com o tempo de secagem em horas, após ter ocorrido uma chuva. Inicialmente, verifica-se que o conteúdo de água diminui à medida que o tempo aumenta entre duas chuvas consecutivas e que o decréscimo do conteúdo de umidade com o tempo é menor para o solo 2, em comparação com os demais (1 e 3). Essas diferenças dever-se-iam à maior capacidade de retenção e à menor condutividade saturada do primeiro solo, induzida pela sua maior percentagem absoluta de microporos (em 22,86%).

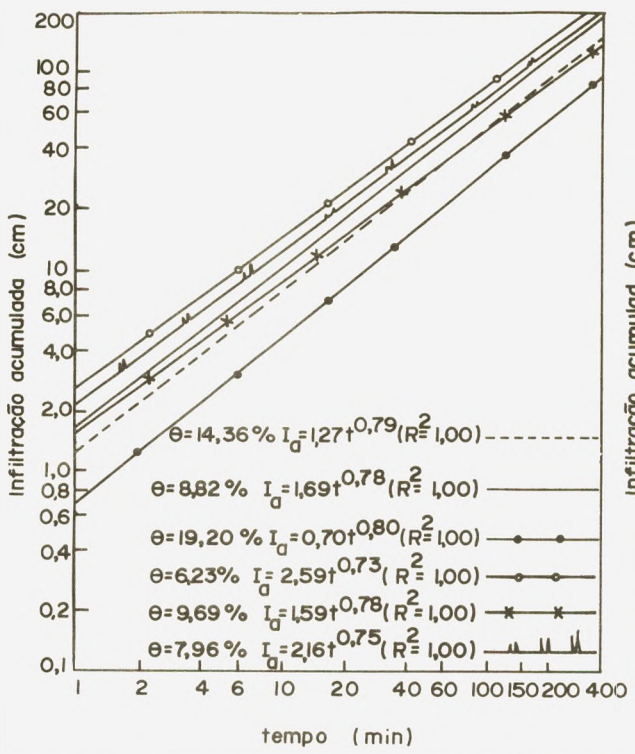


Fig. 2- Infiltração acumulada para diversos conteúdos de umidade inicial do solo 1.

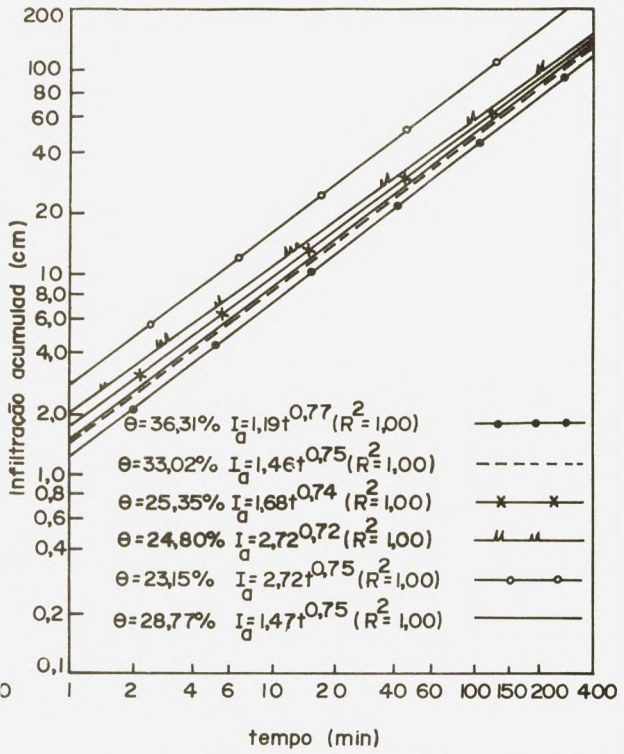


Fig.3- Infiltração acumulada para diversos conteúdos de umidade inicial do solo 2.

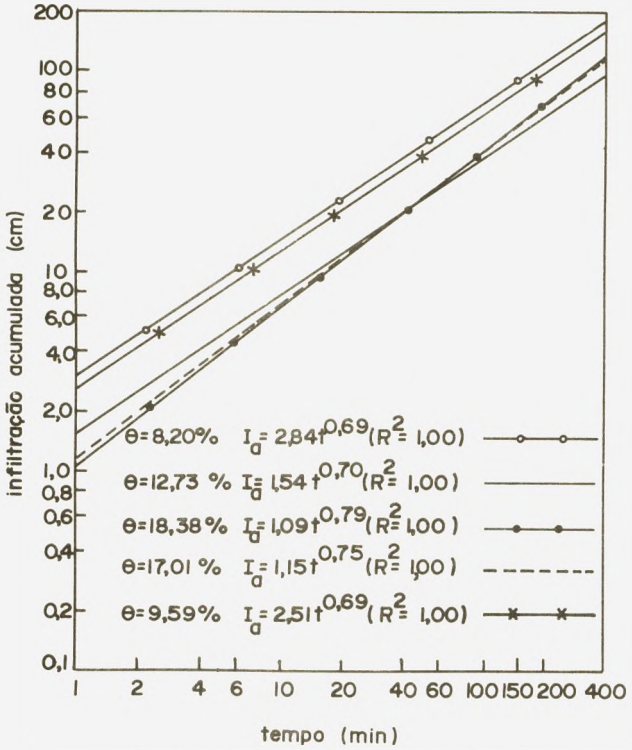


Fig.4- Infiltração acumulada para diversos conteúdos de umidade inicial do solo 3.

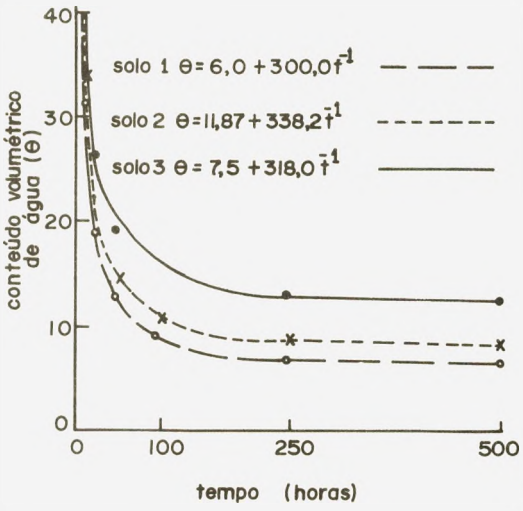


Fig. 5- Curvas que relacionam conteúdo volumétrico de água (θ) em função do tempo (horas) para os três solos.

Lâmina Acumulada

Uma vez conhecidas as lâminas de água infiltrada aos diferentes conteúdos de umidade do solo, calculou-se, mediante as equações 3 e 4 (Materiais e Métodos) os valores das constantes **m** e **c** da equação **2**, em função do conteúdo de água (Θ). Nas Figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam-se as relações entre **m** e Θ, e **C** e Θ correspondentes aos três solos estudados. A partir desses dados, computou-se as lâminas de água infiltrada a diversos conteúdos de umidade inicial do solo (intervalos de dias) e tempo de duração do processo de infiltração. Nos Quadros 6, 7 e 8 encontram-se os valores calculados das lâminas acumuladas correspondentes aos solos 1, 2 e 3, para diferentes tempos de infiltração, em função do conteúdo inicial de água do solo.

Quando se comparam as lâminas acumuladas dos três solos, verifica-se que o solo **2** apresenta valores superiores aos dois restantes, como já foi apreciado antes e, portanto, uma mais alta capacidade de infiltração aos diferentes conteúdos de água. Observa-se, por exemplo, que, para o intervalo de 5 dias, com uma duração de 10 horas, os valores das lâminas acumuladas são 108,8; 246,9 e 107,3 mm para os solos 1, 2 e 3, respectivamente. Os motivos dessas diferenças já foram discutidas quando se analisou o processo de infiltração.

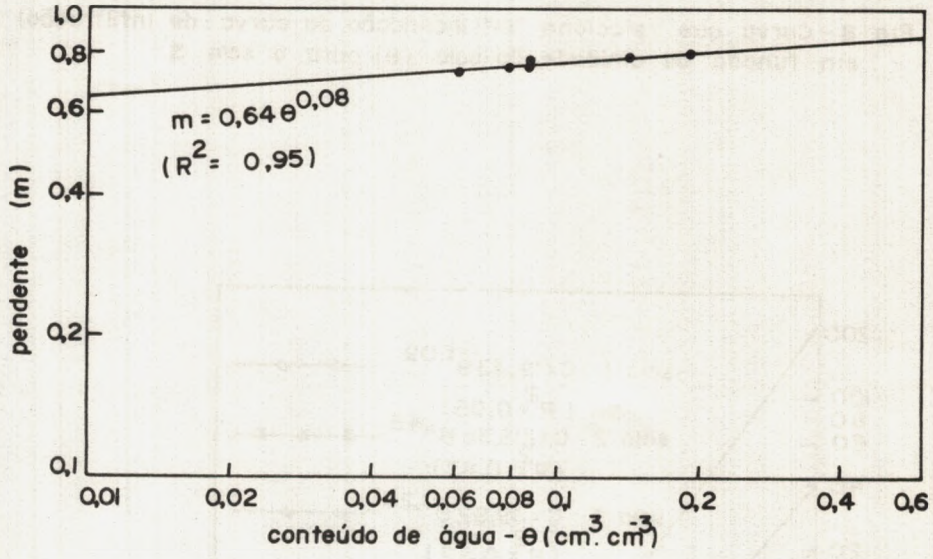


Fig.6 - Curva que relaciona "m"(inclinação da curva de infiltração) em função da umidade do solo (θ) para o solo 1.

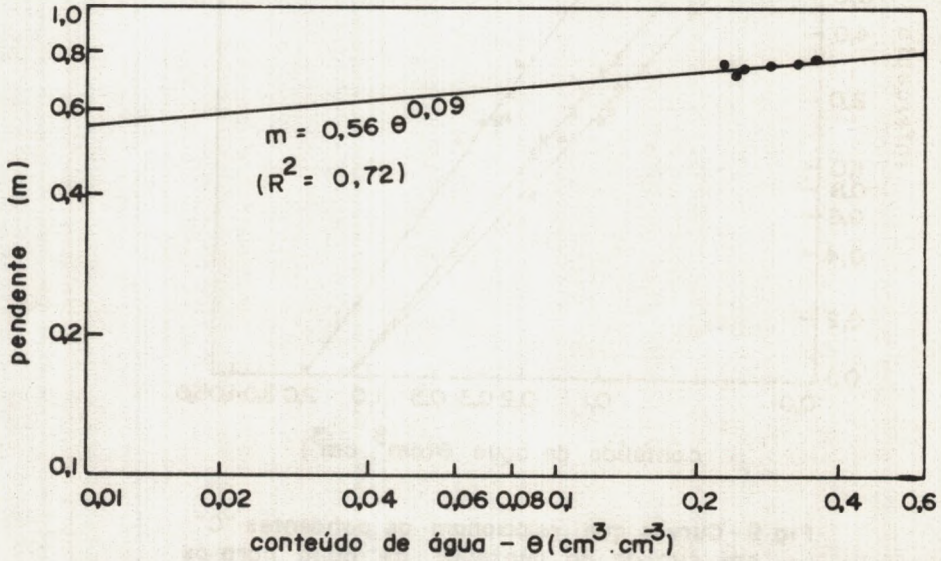


Fig. 7 - Curva que relaciona "m" (inclinação da curva de infiltração) em função da umidade do solo (θ) para o solo 2.

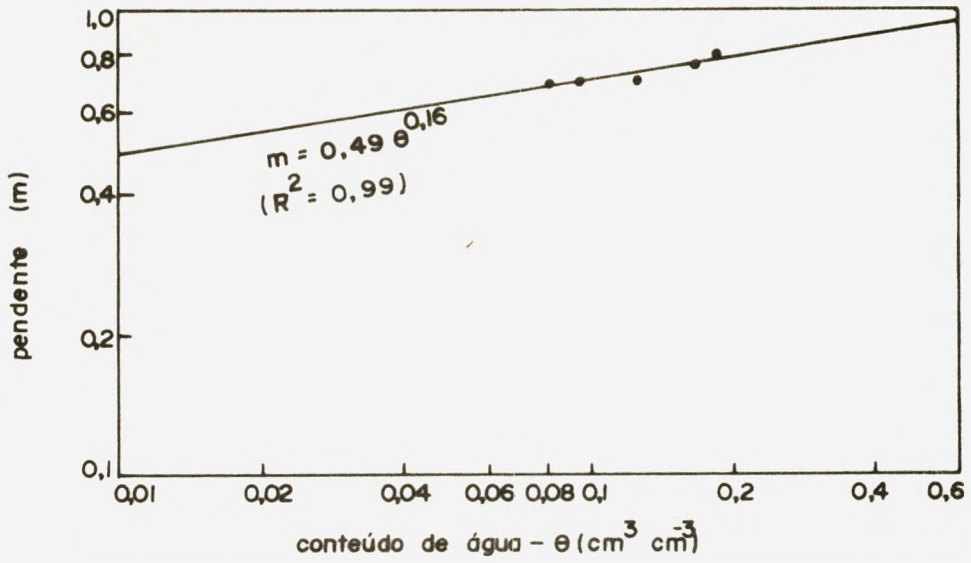


Fig. 8 - Curva que relaciona "m" (inclinação da curva de infiltração) em função da umidade do solo (θ) para o solo 3.

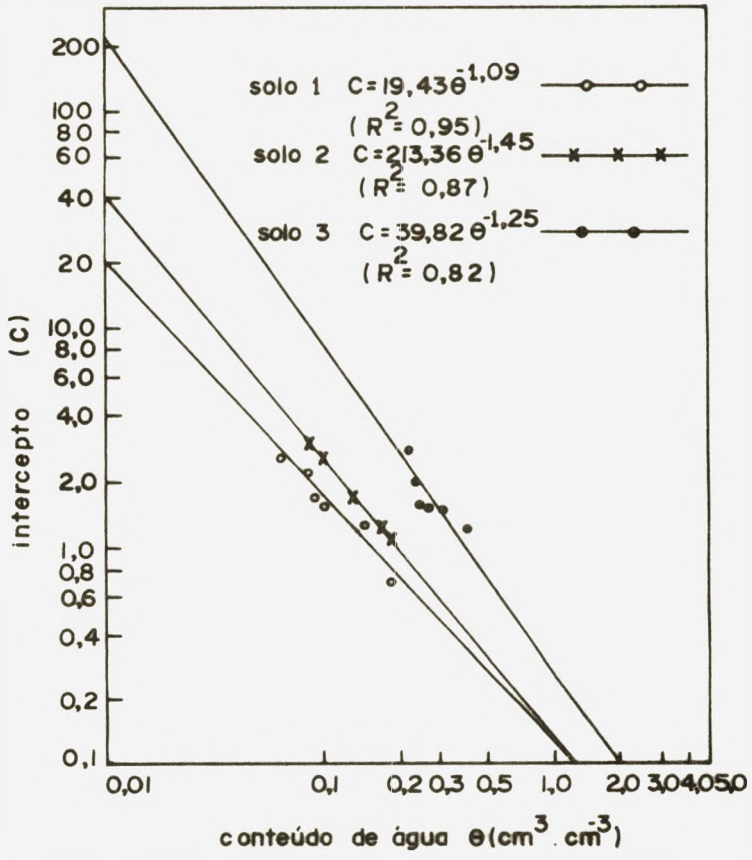


Fig. 9 - Curvas que relacionam as pendentes "C" em função do conteúdo de água para os três solos.

QUADRO 6 - Lâmina Acumulada (mm) Para Diversos Intervalos de Dias (Diferentes Conteúdos de Umidades e Duração de Chuva (Horas) Para o Solo 1.

TEMPO DE DURAÇÃO (horas)	INTERVALO DE DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
0,5	4,6	7,4	9,1	10,3	11,2	11,8	12,3	12,7	13,1	13,3	14,3	14,7
1	8,1	12,7	15,5	17,5	18,9	19,9	20,8	21,4	22,0	22,4	23,9	24,7
2	14,2	21,8	26,4	29,7	32,0	33,6	35,1	36,0	37,0	37,7	40,1	41,4
3	19,7	29,9	36,1	40,5	43,6	45,7	47,6	48,9	50,2	51,1	54,2	56,0
4	24,8	37,5	45,1	50,5	54,2	56,7	59,2	60,7	62,3	63,4	67,2	69,3
5	29,4	44,6	53,5	59,8	64,2	67,2	70,0	71,8	73,7	74,9	79,4	82,0
6	34,5	51,4	61,6	68,8	73,8	77,1	80,3	82,3	84,5	85,9	91,0	93,7
7	39,0	57,9	69,4	77,4	82,9	86,6	90,2	92,5	94,9	96,4	102,1	105,1
8	43,5	64,3	76,9	85,7	91,8	95,8	99,8	102,2	104,9	106,6	112,8	116,1
9	47,8	70,5	84,2	93,8	100,4	104,8	109,0	111,7	114,6	116,4	123,1	126,7
10	52,1	76,5	91,3	101,6	108,8	113,5	118,0	120,9	124,0	126,0	133,2	137,0
11	56,2	82,4	98,2	109,3	116,9	121,9	126,8	129,9	133,2	135,3	143,0	147,1
12	60,3	88,2	105,0	116,8	124,9	130,2	135,4	138,7	142,2	144,4	152,6	156,9
13	64,3	93,9	111,7	124,2	132,8	138,4	143,9	147,3	151,0	153,4	162,0	166,5
14	68,3	99,5	118,3	131,4	140,4	146,3	152,1	155,7	159,6	162,1	171,2	176,0
15	72,2	105,0	124,7	138,5	148,0	154,2	160,3	164,0	168,1	170,7	180,2	185,2
16	76,1	110,4	131,1	145,5	155,5	161,9	168,3	172,1	176,5	179,2	189,1	194,3
17	79,9	115,8	137,3	152,4	162,8	169,5	176,1	180,2	184,7	187,5	197,8	203,3
18	83,7	121,0	143,5	159,2	170,0	176,9	183,9	188,1	192,8	195,8	206,5	212,1
19	87,4	126,2	149,6	166,0	177,1	184,3	191,5	195,9	200,8	203,9	215,0	220,8
20	91,4	131,4	155,6	172,6	184,2	191,6	199,1	203,6	208,7	211,9	223,3	229,4

LÂMINA ACUMULADA D (cm)	$D=0,81t^{0,808}$	$D=1,27t^{0,78}$	$D=1,55t^{0,770}$	$D=1,75t^{0,764}$	$D=1,89t^{0,760}$	$D=1,99t^{0,756}$	$D=2,08t^{0,754}$	$D=2,14t^{0,752}$	$D=2,20t^{0,751}$	$D=2,24t^{0,750}$	$D=2,39t^{0,746}$	$D=2,47t^{0,744}$
UMIDADE INICIAL $\theta(\%)$	$\theta=18,50$	$\theta=12,25$	$\theta=10,17$	$\theta=9,13$	$\theta=8,50$	$\theta=8,08$	$\theta=7,78$	$\theta=7,56$	$\theta=7,38$	$\theta=7,25$	$\theta=6,83$	$\theta=6,63$

QUADRO 7 - Lâmina Acumulada (mm) Para Diversos Intervalos de Dias (Diferentes Conteúdos de Umidade) e Duração de Chuva (Horas) Para o Solo 2.

TEMPO DE DURAÇÃO (horas)	INTERVALO DE DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
0,5	11,2	17,7	21,5	24,1	25,9	27,2	28,3	29,0	29,0	30,3	32,0	32,9
1	19,0	30,2	36,6	40,8	43,6	45,7	47,4	48,6	49,7	50,6	53,3	54,7
2	35,3	52,0	62,3	69,0	73,5	76,8	79,4	81,4	83,1	84,6	88,8	91,0
3	49,3	71,5	85,0	93,8	99,7	104,1	107,6	110,1	112,3	114,2	119,6	122,5
4	62,5	89,5	106,0	116,7	123,8	129,1	133,3	136,3	139,0	141,3	147,9	151,3
5	75,1	106,7	125,8	138,2	147,7	153,5	157,5	160,9	164,1	166,8	174,2	178,3
6	87,3	123,0	144,7	158,7	168,0	174,9	180,4	184,3	187,8	190,9	199,3	203,8
7	99,1	138,9	162,8	178,3	188,7	197,8	202,4	206,7	210,6	214,0	223,2	229,1
8	110,6	154,2	180,4	197,3	208,7	218,7	223,6	228,3	232,5	236,2	246,3	251,7
9	121,9	169,1	197,4	215,8	228,1	239,0	244,1	249,2	253,7	257,8	268,6	274,4
10	133,0	183,7	214,0	233,7	246,9	258,8	264,1	269,5	274,4	278,7	290,2	296,5
11	143,9	197,9	230,3	251,2	265,2	278,0	283,6	289,3	294,5	299,1	311,3	318,0
12	154,6	211,9	246,2	268,3	283,2	296,9	302,6	308,7	314,1	319,0	331,9	338,9
13	165,1	225,6	261,7	285,1	300,8	315,3	321,2	327,5	333,4	338,5	352,0	359,4
14	175,6	239,1	271,1	301,3	318,1	333,4	339,5	346,2	352,2	357,6	371,8	379,5
15	185,8	252,4	292,1	317,8	335,0	351,2	357,4	364,5	370,7	376,4	391,1	399,2
16	206,1	265,5	306,9	333,7	351,7	378,6	384,5	382,4	388,9	394,8	410,2	418,6
17	206,1	278,4	321,6	345,4	368,1	385,9	392,4	400,0	406,8	413,0	428,9	437,7
18	216,0	291,2	336,0	364,9	384,3	402,8	409,5	417,4	424,4	430,8	447,3	456,4
19	224,9	303,8	350,2	380,5	400,3	419,6	426,3	434,5	441,8	448,4	465,5	474,9
20	235,6	316,2	364,2	395,2	416,1	436,1	442,9	451,4	48,9	465,8	483,4	493,1

LÂMINA ACUMULADA D (cm)	$D=1,90t^{0,825}$	$D=3,02t^{0,784}$	$D=3,66t^{0,767}$	$D=4,08t^{0,758}$	$D=4,36t^{0,753}$	$D=4,57t^{0,749}$	$D=4,74t^{0,746}$	$D=4,86t^{0,744}$	$D=4,97t^{0,742}$	$D=5,06t^{0,741}$	$D=5,33t^{0,736}$	$D=5,47t^{0,734}$
UMIDADE INICIAL $\theta(\%)$	$\theta=25,93$	$\theta=18,86$	$\theta=16,51$	$\theta=15,33$	$\theta=14,63$	$\theta=14,16$	$\theta=13,82$	$\theta=13,57$	$\theta=13,37$	$\theta=13,21$	$\theta=12,74$	$\theta=12,37$

QUADRO 8 - Lâmina Acumulada (mm) Para Diversos Intervalos de Dias (Diferentes Conteúdos de Umidade) e Duração de Chuva (Horas) Para o Solo 3.

TEMPO DE DURAÇÃO (horas)	INTERVALO DE DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
0,5	5,3	8,9	11,0	12,5	13,6	14,3	15,0	15,5	15,9	16,2	17,4	18,0
1	8,9	14,5	17,9	20,2	21,9	23,1	24,1	24,9	25,5	26,0	27,8	28,7
2	14,8	23,7	29,1	32,7	35,3	37,3	38,7	40,0	40,9	41,7	44,5	45,9
3	20,0	31,7	38,6	43,3	46,7	49,3	51,1	52,8	53,9	54,9	58,6	60,3
4	24,7	38,9	47,2	52,9	57,0	60,1	62,3	64,3	65,6	66,8	71,2	73,3
5	29,1	45,5	52,2	61,7	66,5	70,1	72,6	74,9	76,4	77,8	82,8	85,2
6	33,3	51,8	62,7	70,0	75,4	79,5	82,2	84,8	86,5	88,1	93,7	96,4
7	37,3	57,8	69,9	78,0	83,9	88,5	91,4	94,2	96,1	97,8	104,0	106,9
8	41,1	63,6	76,7	85,5	92,0	97,0	100,1	103,3	105,3	107,1	113,9	117,1
9	48,5	69,2	83,3	92,8	99,7	105,2	108,6	111,9	114,1	116,1	123,3	126,8
10	48,8	74,5	89,7	99,9	107,3	113,1	116,7	120,3	122,6	124,7	132,4	136,1
11	52,0	79,8	95,9	106,7	114,6	120,8	124,6	128,4	130,8	133,1	141,3	145,2
12	55,4	84,9	101,9	113,3	121,6	128,3	132,2	136,3	138,8	141,2	149,9	154,0
13	58,8	89,8	107,8	119,8	128,5	135,6	139,7	143,9	146,6	149,1	158,2	162,5
14	62,1	94,7	113,5	126,1	135,3	142,7	146,9	151,4	154,2	156,9	166,4	170,9
15	65,3	99,4	119,2	132,3	141,9	149,7	154,0	158,7	161,7	164,4	174,3	179,0
16	68,5	104,1	124,7	138,4	148,5	156,5	161,0	165,9	168,9	171,8	182,1	187,0
17	71,6	108,7	130,1	144,3	154,7	163,2	167,8	172,9	176,1	179,0	189,8	194,8
18	74,7	113,2	135,4	150,1	160,9	169,7	174,5	179,8	183,1	186,1	197,3	202,5
19	77,7	117,6	140,6	155,9	167,0	171,8	181,1	186,6	189,9	193,1	204,7	210,0
20	80,7	122,0	145,7	161,5	173,0	182,5	187,6	193,2	196,7	199,9	211,9	217,5

LÂMINA ACUMULADA D (cm)	$D = 0,89\,t^{0,736}$	$D = 1,45\,t^{0,711}$	$D = 1,79\,t^{0,700}$	$D = 2,02\,t^{0,694}$	$D = 2,19\,t^{0,690}$	$D = 2,31\,t^{0,687}$	$D = 2,41\,t^{0,685}$	$D = 2,49\,t^{0,684}$	$D = 2,55\,t^{0,682}$	$D = 2,60\,t^{0,68}$	$D = 2,78\,t^{0,678}$	$D = 2,87\,t^{0,676}$
UMIDADE INICIAL θ (%)	θ = 20,75	θ = 14,13	θ = 11,92	θ = 10,81	θ = 10,15	θ = 9,70	θ = 9,39	θ = 9,16	θ = 8,97	θ = 8,83	θ = 8,38	θ = 8,16

Escoamento Superficial

Nos Quadros 9, 10 e 11 encontram-se os valores de escoamento superficial para quatro intervalos de dias (quatro condições de umidade do solo), com diferentes intensidades e duração de chuvas. Observa-se, em primeiro lugar, que, para uma mesma intensidade e duração de chuva, a quantidade de escoamento, expressa em mm/h, diminui progressivamente à proporção que aumenta o intervalo de tempo entre duas chuvas.

Quando se compara a quantidade de escoamento superficial dos 3 solos estudados, aprecia-se que o solo **2** apresenta menor capacidade de sofrer escorrimento do que os solos **1** e **3** aos diversos conteúdos de umidade inicial, enquanto que os dois últimos mostram valores bem semelhantes entre si. Assim, para intervalos de 5, 10 e 20 dias, o escoamento teve início no solo **2** apenas quando a chuva atingiu uma intensidade de 30mm/h, enquanto que, para os demais, começou a intensidades inferiores (10 e 15m/h). Os valores de escoamento dos solos **1** e **3** são bem semelhantes entre si. A justificativa dessas semelhanças já foi discutida.

Considerou-se que qualquer valor de escoamento superficial superior a uma lâmina de 25mm de água (MILLAR & LIU, 1977), que em volume corresponde a 250 m^3 por hectare, é capaz de provocar problemas de drenagem superficial e, em caso de áreas planas, acarretar problemas de inundação. De acordo com esse critério, verifica-se que, para o intervalo de 2 dias a uma duração de chuva de 15 horas, o escorrimento considerado prejudicial teve início nas intensidades de 10, 20 e 10mm com valores de 45,0, 47,6 e 50,6 mm/h para os solos 1, **2** e **3**, respectivamente, provando, portanto, que o solo 2 apresenta menor capacidade de provocar erosão.

Por último, os resultados e discussão da metodologia aplicada para calcular escoamento superficial salientam a importância de um estudo desta natureza para predizer lâminas ou volumes de água que, segundo as condições topográficas do solo, possam se acumular sobre a sua superfície ou escorrer para outros setores do campo, provocando erosão e/ou problemas de drenagem e inundações que, em maior ou menor grau, criam sérios problemas à agricultura, estradas e outras estruturas. Seu conhecimento também é importante no dimensionamento de açudes e sistemas de drenagem, carreadores de estradas e, também, para levantamentos hidrológicos das bacias de uma região.

QUADRO 9 - Escoamento Superficial (mm) para Quatro Intervalos de Dias com Diferentes Intensidades (mm) e Duração das Chuvas para o Solo 1

INTENSIDADE DA CHUVA (mm/h)	DURAÇÃO DA CHUVA (horas) 1	2	4	6	8	10	15	20
	Intervalo de 2 dias (Θ = 12,25%)							
10	0,0	0,0	2,5	8,6	15,7	23,5	45,0	68,6
15	2,3	8,2	22,5	38,6	55,7	73,5	120,00	168,6
20	7,3	18,2	42,5	68,6	95,7	123,5	195,0	268,6
30	17,3	38,2	82,5	128,6	175,7	223,5	345,0	468,6
40	27,3	58,2	122,5	188,6	255,7	323,5	500,5	668,6
	Intervalo de 5 dias (Θ = 8,50%)							
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	15,8
15	0,0	0,0	5,8	16,2	28,2	41,2	77,0	115,8
20	1,1	8,0	25,8	46,2	68,2	91,2	152,0	215,8
30	11,1	28,0	65,8	106,2	148,2	191,2	302,0	415,8
40	21,1	48,0	105,8	166,2	228,2	291,2	452,0	615,8

QUADRO 9 - Escoamento Superficial (mm) para Quatro Intervalos de Dias com Diferentes Intensidades (mm) e Duração das Chuvas para o Solo 1 (Continuação)

INTENSIDADE DA CHUVA (mm/h)	DURAÇÃO DA CHUVA (horas)							
	1	2	4	6	8	10	11	20
	Intervalo de 10 dias (Θ = 7,25%)							
14	0,0	0,0	0,0	4,1	13,4	24,0	54,3	88,1
20	0,0	2,3	16,6	34,1	53,4	74,0	129,3	188,1
30	7,6	22,3	56,6	94,1	133,4	174,0	279,3	388,1
40	17,6	42,3	96,9	154,1	213,4	274,0	429,3	388,1
	Intervalo de 20 dias (Θ = 6,63%)							
15	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	13,0	39,8	70,6
20	0,0	0,0	10,7	26,3	43,9	63,0	114,8	170,6
30	5,3	18,6	50,7	86,3	123,9	163,0	264,8	370,6
40	15,3	38,6	90,7	146,3	203,9	263,0	414,8	570,6

QUADRO 10 - Escoamento Superficial (mm) para Quatro Intervalos de Dias com Diferentes Intensidades (mm) e Duração das Chuvas para o Solo 2

INTENSIDADE DA CHUVA (mm/h)	DURAÇÃO DA CHUVA (horas)							
	1	2	4	6	8	10	11	20
	Intervalo de 2 dias (Θ = 18,86%)							
20	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	16,3	47,6	83,8
30	0,0	8,0	30,5	57,0	85,8	116,3	197,6	283,8
40	9,8	28,0	70,5	117,0	165,8	216,3	347,6	483,8
	Intervalo de 5 Dias (Θ = 14,63%)							
30	0,0	0,0	0,0	12,0	31,3	53,1	115,0	183,9
40	0,0	6,5	36,2	72,0	111,3	153,1	265,0	383,9
	Intervalo de 10 Dias (Θ = 13,21%)							
30	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	21,3	73,6	134,2
40	0,0	0,0	18,7	49,1	83,8	121,3	223,6	334,2
	Intervalo de 20 Dias (Θ = 12,51%)							
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	50,8	106,9
40	0,0	0,0	8,7	36,2	68,3	103,5	200,8	306,9

QUADRO 11 - Escoamento Superficial (mm) para Quatro Intervalos de Dias com Diferentes Intensidades (mm) e Duração das Chuvas para o Solo 3.

INTENSIDADE DA CHUVA (mm/h)	DURAÇÃO DA CHUVA (horas) 1	2	4	6	8	10	11	20
			Intervalo de 2 Dias (Θ = 14,13%)					
10	0,0	0,0	1,1	8,2	16,4	25,5	50,6	78,0
15	0,5	6,3	21,1	38,2	56,4	75,5	125,6	178,0
20	5,5	16,3	41,1	68,2	96,4	125,5	200,6	278,0
30	15,5	36,3	81,1	128,2	176,4	222,5	350,6	478,0
40	25,5	56,3	121,1	188,2	256,4	325,5	500,6	678,0
			Intervalo de 5 Dias (Θ = 10,15%)					
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	27,0
15	0,0	0,0	3,0	14,6	28,0	42,7	83,1	127,0
20	0,0	4,7	23,0	44,6	68,0	92,7	158,1	227,0
30	8,1	24,7	63,0	104,6	148,0	192,7	308,1	427,0
40	18,1	44,7	103,0	164,6	228,0	292,7	458,1	627,0
			Intervalo de 10 Dias (Θ = 8,83%)					
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
15	0,0	0,0	0,0	1,9	12,9	25,3	60,6	100,1
20	0,0	0,0	13,2	31,9	52,9	75,3	135,6	200,1
30	4,0	18,3	53,2	91,9	132,9	175,3	285,6	400,1
40	14,0	38,3	93,2	151,9	212,9	275,3	435,6	600,1
			Intervalo de 20 Dias (Θ = 8,16%)					
15	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	13,9	46,0	82,5
20	0,0	0,0	6,7	23,6	42,9	63,9	121,0	182,5
30	1,3	14,1	46,7	83,6	122,9	163,9	271,0	382,5
40	11,3	34,1	86,7	143,6	202,9	263,9	421,0	582,5

QUADRO 12 - Valores Percentuais Médios de Areia, Limo e Argila e Classificação Textural pelos Sistemas Americano e Internacional dos Solos 1, 2 e 3 (Continuação)

SOLO	PROF.	SISTEMAS	AREIA	LIMO	ARGILA	CLASSE TEXTURAL
2	15 - 30	Americano	66,34	7,91	25,75	Franco A. Arenoso
		Internac.	68,89	5,36	25,75	Franco A. Arenoso
	30 - 45	Americano	63,73	7,92	28,35	Franco A. Arenoso
		Internac.	67,56	4,09	28,35	Argilo Arenoso
	45 - 60	Americano	61,22	6,63	32,15	Franco A. Arenoso
		Internac.	63,77	4,09	32,15	Argilo Arenoso
3	0 - 15	Americano	80,84	10,34	8,82	Areia Franca
		Internac.	87,11	9,07	8,82	Areia
	15 - 30	Americano	75,62	10,16	14,22	Franco Arenoso
		Internac.	81,97	3,81	14,22	Franco Arenoso
	30 - 45	Americano	75,68	10,13	14,19	Franco Arenoso
		Internac.	78,21	7,60	14,19	Franco Arenoso
	45 - 60	Americano	76,94	10,14	12,92	Franco Arenoso
		Internac.	79,84	7,60	12,92	Franco Arenoso

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

QUADRO 13 - Percentagens Médias de Matéria Orgânica, Estabilidade de Agregados e Valores do pH em Água e KCl, para os Solos 1, 2 e 3

SOLO	PROF. cm	MAT. ORGÂNICA	ESTABILIDADE (%)	pH 1:2,5	
				H_2O	KCl
1	0 - 15	1,09	67,33	4,9	4,3
	15 - 30	0,86		4,8	4,2
	30 - 45	0,69		5,0	4,2
	45 - 60	0,69		5,0	4,1
2	0 - 15	2,91	67,20	4,8	3,8
	15 - 30	2,67		4,5	3,6
	30 - 45	2,14		4,6	3,8
	45 - 60	1,70		4,6	3,8
3	0 - 15	2,06	69,79	5,2	3,9
	15 - 30	2,05		5,1	3,7
	30 - 45	2,25		5,0	3,7
	45 - 60	1,64		4,9	3,7

QUADRO 14 - Valores Médios de Densidade Global, Densidade de Partícula e Porosidade Total dos Solos 1, 2 e 3

SOLO	PROF:	DENSIDADE GLOBAL	DENSIDADE DE PARTÍCULA	POROSIDADE TOTAL
	cm	g/cm³	g/cm³	%
1	0 - 15	1,72	2,61	34,0
	15 - 30	1,75	2,64	34,0
	30 - 45	1,74	2,61	33,4
	45 - 60	1,78	2,60	32,0
2	0 - 15	1,37	2,58	47,0
	15 - 30	1,34	2,60	49,0
	30 - 45	1,36	2,62	48,0
	45 - 60	1,41	2,63	46,0
3	0 - 15	1,57	2,56	38,7
	15 - 30	1,60	2,57	37,7
	30 - 45	1,56	2,56	39,1
	45 - 60	1,54	2,56	39,8

QUADRO 15. VALORES PERCENTUAIS MEDIOS DE AREIA, LIMO E ARGILA E CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL PELOS SISTEMAS AMERICANO E INTERNACIONAL DOS SOLOS 1, 2, e 3.

SOLO	PROF.	SIST.	AREIA	LIMO	ARGILA	CLASSE TEXTURAL
	CM			%		
1.	0 - 15	Americ.	80,01	7,84	12,15	Franco Arenoso
		Intern.	83,80	4,05	12,15	Franco Arenoso
	15 - 30	Americ.	78,66	6,60	14,74	Franco Arenoso
		Intern.	81,20	4,06	14,74	Franco Arenoso
	30 - 45	Americ.	66,43	4,17	29,40	Franco A. Arenoso
		Intern.	69,04	1,56	29,40	Argilo Arenoso
	45 - 60	Americ.	65,07	4,17	30,76	Franco A. Arenoso
		Intern.	67,68	1,56	30,76	Argilo Arenoso
2.	0 - 15	Americ.	71,59	6,59	21,82	Franco A. Arenoso
		Intern.	75,39	2,79	21,82	Franco A. Arenoso
	15 - 30	Americ.	66,34	7,91	25,75	Franco A. Arenoso
		Intern.	68,89	5,36	25,75	Franco A. Arenoso
	30 - 45	Americ.	63,73	7,92	28,35	Franco A. Arenoso
		Intern.	67,56	4,09	28,35	Argilo Arenoso
	45 - 60	Americ.	61,22	6,63	32,15	Franco A. Arenoso
		Intern.	63,77	4,09	32,15	Argilo Arenoso

continuação...

3.	0 - 15	Americ.	80,84	10,34	8,82	Areia	Franca
		Intern.	87,11	9,07	8,82	Areia	
	15 - 30	Americ.	75,62	10,16	14,22	Franco	Arenoso
		Intern.	81,97	3,81	14,22	Franco	Arenoso
	30 - 45	Americ.	75,68	10,13	14,19	Franco	Arenoso
		Intern.	78,21	7,60	14,19	Franco	Arenoso
	45 - 60	Americ.	76,94	10,14	12,92	Franco	Arenoso
		Intern.	79,48	7,60	12,92	Franco	Arenoso

QUADRO 16 - PERCENTAGENS MÉDIAS DE MATÉRIA ORGANICA, ESTABILIDADE DE AGREGADOS E VALORES DO pH EM ÁGUA E KCl, PARA O SOLO 1, 2 e 3.

SOLO	PROF. cm	MAT. ORG.	ESTABILIDADE %	pH 1 : 2,5	
				H_2O	KCl
1.	0 - 15	1,09	67,33	4,9	4,3
	15 - 30	0,86		4,8	4,2
	30 - 45	0,69		5,0	4,2
	45 - 60	0,69		5,0	4,1
2.	0 - 15	2,91	67,20	4,8	3,8
	15 - 30	2,67		4,5	3,6
	30 - 45	2,14		4,6	3,8
	45 - 60	1,70		4,6	3,8
3.	0 - 15	2,06	69,79	5,2	3,9
	15 - 30	2,05		5,1	3,7
	30 - 45	2,25		5,0	3,7
	45 - 60	1,64		4,9	3,7

QUADRO 17 - VALORES MEDIOS DE DENSIDADE GLOBAL, DENSIDADE DE PARTICULA E POROSIDADE TOTAL DOS SOLOS 1, 2, e 3.

SOLO	PROFUNDIDADE	DENS. GLOBAL	DENS. DE PARTICULA	POROSIDADE TOTAL
	cm	g/cm^3	g/cm^3	%
1.	0 - 15	1,72	2,61	34,0
	15 - 30	1,75	2,64	34,0
	30 - 45	1,74	2,61	33,4
	45 - 60	1,78	2,60	32,0
2.	0 - 15	1,37	2,58	47,0
	15 - 30	1,34	2,60	49,0
	30 - 45	1,36	2,62	48,0
	45 - 60	1,41	2,63	46,0
3.	0 - 15	1,57	2,56	38,7
	15 - 30	1,60	2,57	37,7
	30 - 45	1,56	2,56	39,1
	45 - 60	1,54	2,56	39,8

CONCLUSÕES

1. No início do processo, e para qualquer conteúdo de umidade inicial, a velocidade de infiltração é alta. Porém, à medida que o tempo passa, diminui mais rapidamente nos solos 1 e 3 determinando uma maior infiltração acumulada no solo 2.

2. Os valores calculados das lâminas de água acumuladas, em mm, para qualquer intervalo de dias (diferentes conteúdos de umidade), são maiores no solo 2 do que nos demais (1 e 3). Os últimos solos apresentam valores bastante semelhantes entre si.

3. Para qualquer intervalo de dias, intensidade da chuva (mm/h) e duração da chuva em horas, o valor do escoamento superficial é mais baixo no solo 2 do que nos restantes (1 e 3). O escoamento para os dois últimos solos é bem semelhante.

4. O decréscimo do conteúdo de umidade com o tempo, ou da taxa de secagem, é menor no solo 2 do que nos solos 1 e 3. Essas diferenças na taxa de perda de umidade devem-se à maior capacidade de retenção e à menor condutividade saturada do primeiro em confronto com os solos 1 e 3.

5. As lâminas de água de escorrimento (mm), capazes de provocar problemas de drenagem (> 25mm), são maiores e mais frequentes nos solos 1 e 3, comparados com o solo 2, como consequência de suas menores habilidades para absorver a água.

6. O conhecimento do escoamento superficial, nos diferentes solos de uma bacia hidrográfica, é de fundamental importância para o dimensionamento de açudes, sistemas de drenagem e outras estruturas, bem como para a estimativa de perdas de solo causadas pela erosão de arraste.

LITERATURA CITADA

AZEVEDO, HAMILTON A. A. MILLAR. Implicações agronomicas do efeito da unidade inicial sobre a capacidade de infiltração do solo. *III Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem*. 4:51 - 8, 1975.

BODMAN, e COLEMAN, E. A. Moiture and energy condutions during downward entry of water into soils. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc*, Madison, 1944.

BORGES, E. A. *Correlação entre capacidade de campo "in situ" e metodos de laboratório*, Areia, Paraíba, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias 79 p. (Tese mimiografada).

BURWELL, R.E., e LARSON, W.E. Infiltration as influenced tillage-induced randon roughness and pore apace. *Soil Sci.Soc.Amer.* 33:449 - 52, 1969.

FERNANDEZ, M.B. E WILKINSON, G.E. Effect of crop culture on the infiltration of water into a chesmut soil. *Soil Sci. Soc. Amer.Proc*. Madison, 29(6): 748-52, 1965.

_____. e A.W. DE ALMEIDA GONDIM. Estimativa de evapotranspiração potencial mediante fórmulas empíricas e do tanque classe A, para Areia-Pb. 1979, (Em impressão em Anais Agropecuários da UFPB).

HOLTAN, H.N. e QUIRKPATRICK, M.H. Rainfall, infiltration and hydraulics of flow in runof computation *Trans. Amer.* Geophisical, 31: 771-9, 1950.

KOPPEN, W. Das geographische system der klimate. Em: KOPPEN W. GEIGER R. (Eds) : *Handbuch der Klimatologie*, Vol 1. Part C. Berlim: Gebruder Berntraeger, 1936.

MILLAR, A.A. e WILLIAM T. LIU. Modelo simplificado para estimar o escoamento superficial em áreas irrigadas. Em: *Resumo de atividades de pesquisa. EMBRAPA.* Petrolina, (2): 197 - 80, 1977.

MOLDENHAUR, W.C., WISCHMEIER, W.H. e PARKER, D.T. The influence of crop. Managament on runoff, erosion, and soil properties of a Marshall sity clay. Loam, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison 31: 541-6, 1976.

PARR, J.F. e BERTRAND, A.R. Water infiltration into soils *Advances in Agronomy* , 12: 311-363, 1960.

PHILIP, J.R. The theory of infiltration: 5. The influence of the initial moisture content. *Soil .Science*, Baltimore, 84(4): 323-39, 1957.

REICHARDT, K. *Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.* Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USPCNEN e Fundação Cargill, Piracicaba, 1975. 286 p.

KOPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KOPPEN W. Geiger R. (Eds): *Handbuch der Klimatologie*, Vol 1. Part C. Berlim: Gebruder Berntraeger, 1936.

TAYLOR, S.A. e HEUSES, H.C. Water entry and downward movement in undisturbed soil cores. *S. Sci. Soc. Amer. Proc.* Madison, 17: 195-201, 1953.

THORNTHWAITE, C.W. A approacha toward a retional classification of climate. *Geo. Rev.*, Rakowiecka, 38: 55 - 94, 1948.

TISDAL, A.L. Water infiltration into soils. *Advandes in Agronomy*, 12: 320-1. - 1960.

WILLIANS, M.A.J. The influence of the slope, soil, and plant cover on runoff and erosion in the upper Shoalaven Area, 1966-1968. *Journal of The Soil Conservation* Service of N.S.W. 28(1): 51-63, 1972.

BALANÇO HÍDRICO DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DE SÃO DESIDÉRIO*

José Joaquim Santana e Silva**
Francisco Assis de Oliveira***

RESUMO

Com dados de sete anos (1972/78) do Posto Meteorológico da Estação Experimental da UEP de Barreiras, BA., faz-se o balanço hídrico, usando-se para o cálculo da evapotranspiração das culturas o método de Hargreaves e o da evaporação de tanque Classe A com um coeficiente de 0,75. A necessidade bruta de irrigação foi dada pela diferença entre a evapotranspiração do tanque e a precipitação efetiva.

O balanço hídrico mensal apresentou déficit de umidade para as culturas, durante o período de maio a outubro, enquanto que para intervalos de cinco dias os déficit foram de 10 a 20 de janeiro, de 5 de abril a 15 de outubro, de 25 de outubro a 5 de novembro e de 5 a 10 de dezembro. A maior necessidade bruta de irrigação verificou-se para o mês de agosto (329,2mm) e considerando o sistema funcionando durante 24 horas, o coeficiente de irrigação foi 1,2 1/s/ha. Como o Projeto tem uma área irrigável de 2.000 ha, o requerimento de água para atender à demanda das culturas da ordem é de 2,4 m^3/s.

SUMMARY

The hydric balance was based in seven-year data obtained at the UEP/Barreiras Weather Station.

The evapotranspiration was calculated by the Hargreaves method and the evaporation by the class A tank with a 0.75 coefficient. The crop irrigation requirement was obtained by the difference between the tank evaporation and the effective rainfall.

The monthly hydric balance presented a humidity deficit for the crops from May to October; for 5-day intervals the deficits were from Jan 10 to 20, from April 5 to Oct. 15, from Oct. 25 to Nov. 5 and from Dez. 5 to 10. The highest gross irrigation requirement occurred in August (329.2mm) with a coefficient of 1.2 1/sec/ha. As the Project has an irrigable area of 2.000 ha, the crops water requirement is 2.4m^3/sec.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrícola de uma região depende basicamente do reconhecimento e do aproveitamento racional dos recursos naturais (calor, água e solo). O inter-relacionamento entre estes fatores promove a atividade vegetativa e consequentemente a produção dos cultivos. O balanço hídrico de uma região permite identificar as variações climáticas, assim como detectar os verânicos, que em

---

(*) Trabalho realizado pela UEP/BARREIRAS, através do Convênio EPABA / CODEVASF.

(**) Engenheiro Agrônomo Pesquisador em Irrigação, EPABA/BARREIRAS/Bahia
(***) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador em Irrigação, EMBRAPA, BARREIRAS Bahia.

ocasiões afetam os rendimentos dos cultivos, além de fornecer bases para o programa de operação dos projetos de irrigação. Para melhor confiabilidade dos resultados, precisar-se-á, no mínimo, de 25 a 30 anos de observações.

O trabalho visa fornecer um levantamento do balanço hídrico para as condições locais, procurando identificar as necessidades de irrigação para os períodos de déficit de umidade do solo, na área do projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do trabalho, utilizou-se de dados de sete anos (1972/78) do Posto Meteorológico da Estação Experimental da UEP de Barreiras, BA, localizada no Projeto de Irrigação de São Desidério, tendo como coordenadas geográficas longitude de 45° 02' a Oeste de Greenwich, latitude 11° 50' Sul e altitude 474 metros. A região é de clima tropical chuvoso e se adapta ao tipo Aw de KOEPPEN (1948). A maior temperatura registrada é 37°C e ocorre nos meses de setembro a outubro e a menor é de 12°C, nos meses de junho a julho.

Para determinação da Evapotranspiração Potencial (ETP), utilizou-se o método empírico desenvolvido por Hargreaves (1974), que se baseia nos dados locais de latitude, temperatura e umidade relativa e o método de Evaporação do tanque Classe A (EV) com o fator 0,75 recomendado por SIMÕES (1973) para a região de Petrolina, PE, e confirmado por OLIVEIRA (1979) para a cultura do arroz na área em estudo. Para Precipitação efetiva (Pe), usou-se o método proposto por BLANEY - CRIDDLE (1962), o qual consiste em aplicar um coeficiente decrescente, para cada 25mm de incremento da chuva mensal.

A necessidade bruta de água para irrigar o projeto foi dada pela diferença entre a Evapotranspiração do tanque e a Precipiração efetiva, considerando-se a eficiência do sistema como sendo 50%. Para determinação do coeficiente bruto de irrigação, admitiu-se o sistema funcionando durante 24 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 descreve o balanço hídrico mensal. Observa-se que a partir do mês de maio ao final de outubro, a precipitação não é suficiente para atender a demanda de água pelas plantas, equivale dizer que, neste período, ocorre um déficit de água no solo. Por outro lado, se considerarmos o balanço hídrico para intervalos de cinco dias (Figura 2), pode-se observar que durante os períodos de 10 a 20 de janeiro, 5 de abril a 15 de outubro, 25 de outubro a 5 de novembro e de 5 a 10 de dezembro, a precipitação não é suficiente para atender à demanda de água pelas plantas.

O Quadro 1 mostra as necessidades de irrigação, assim como o coeficiente bruto de irrigação, podendo-se verificar que o mês de agosto é o que requer maior quantidade de água no Projeto (329,6 mm/mês). Este valor permite determinar, o coeficiente bruto de irrigação para o Projeto, da ordem de 1,2 l/s/ha. Como a área irrigável do Projeto é de 2.000 ha, será necessário uma vazão contínua de 2,4 m^3/s para atender à demanda de água no Projeto.

BIBLIOTECA - UFPB - CAMPUS VII - PATOS - PB.

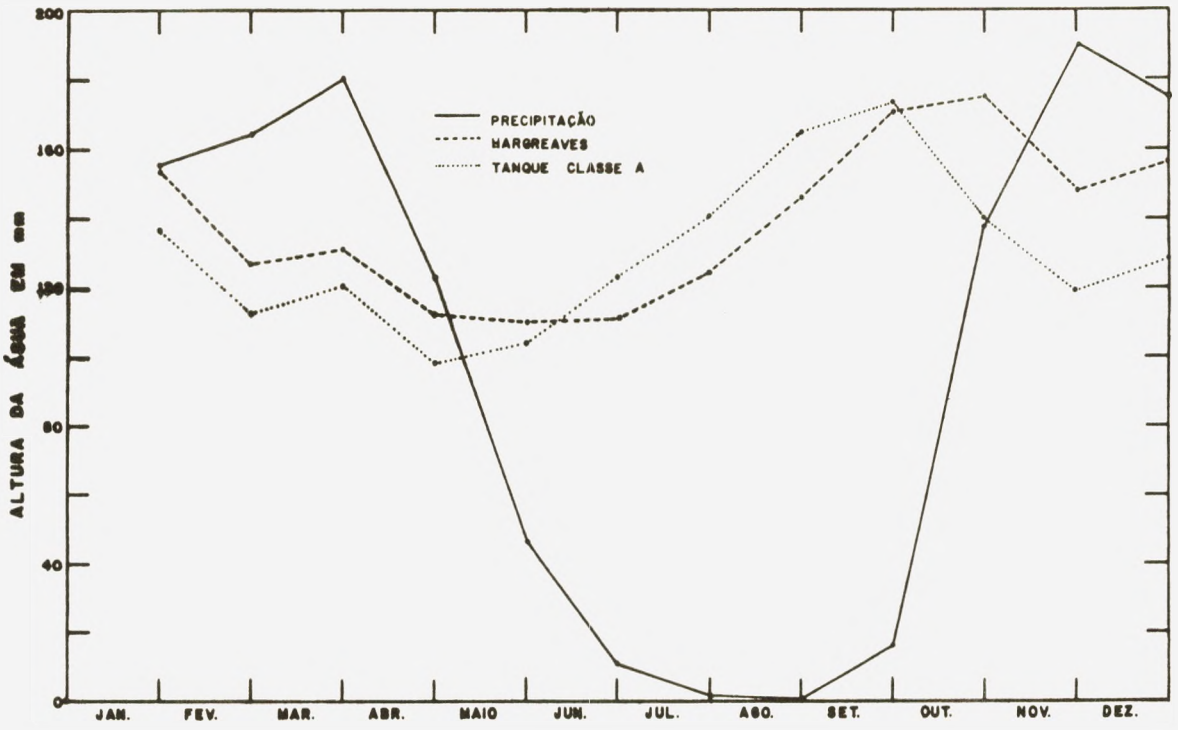


FIGURA 1 - Balanço Hídrico Mensal Jan.72/Dez.78

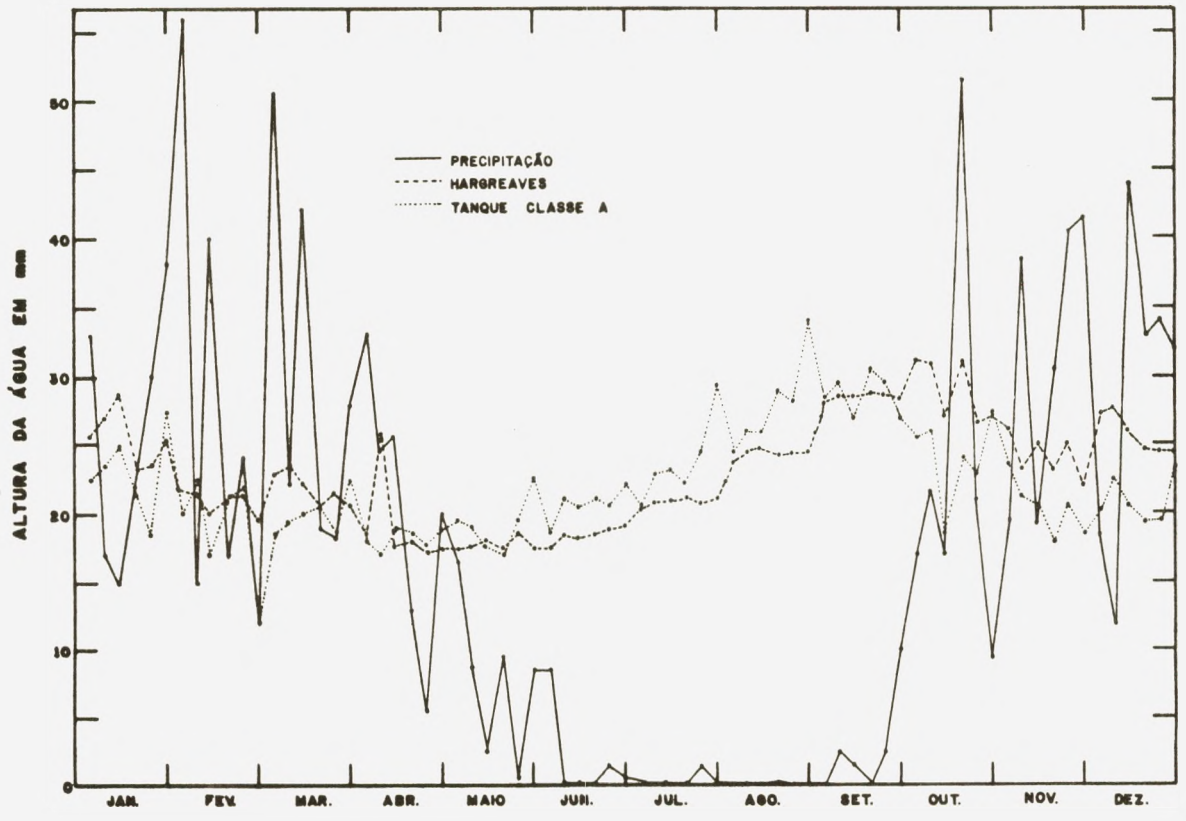


FIGURA 2 - Balanço Hídrico em Intervalos de 5 dias Jan.72/Dez.78

QUADRO 1 - Necessidades de Água de Irrigação para o Projeto de São Desidério

MESES	Uso Consuntivo (mm)	Precipitação (mm)	Precipitação Efetiva (mm)	Necessidade de Irrigação (mm)	Necessidade Bruta de Irrigação (mm)	Coeficiente de Irrigação l/s/ha.
JANEIRO	136,7	155,5	99,0	37,7	75,4	0,28
FEVEREIRO	112,8	165,0	99,0	13,8	27,6	0,11
MARÇO	120,6	180,3	99,0	21,6	43,2	0,16
ABRIL	108,9	122,5	92,2	16,2	32,4	0,13
MAIO	113,8	46,2	43,1	70,7	141,4	0,52
JUNHO	124,0	11,0	10,5	113,5	227,0	0,87
JULHO	141,0	1,6	1,5	139,5	279,0	0,03
AGOSTO	164,8	0,2	0,2	164,8	329,2	1,22
SETEMBRO	172,7	16,5	15,7	157,0	314,0	1,21
OUTUBRO	140,0	137,5	98,9	41,1	82,2	0,32
NOVEMBRO	119,3	190,0	99,0	20,3	40,6	0,17
DEZEMBRO	128,7	174,5	99,0	29,7	59,4	0,23

BIBLIOTECA - CAMPUS VI - BARREIRAS - BA

CONCLUSÕES

- O balanço hídrico mensal apresentou déficit de umidade de solo durante o período de maio a outubro. Porém, para intervalos de cinco dias, os déficit de umidade foram entre 10 a 20 de janeiro, de 5 de abril a 15 de outubro, de 25 de outubro a 5 de novembro e de 5 a 10 de dezembro.

- Com base na precipitação efetiva, a menor necessidade bruta de irrigação foi para o mês de fevereiro (27,6 mm) e a maior foi para agosto (329,2 mm). O coeficiente bruto de irrigação para o mês de maior demanda foi de 1,2 l/s/ha. Como a área irrigável do Projeto é de 2.000 ha, a demanda das culturas é da ordem de 2,4 m^3/s.

LITERATURA CITADA

BLANEY, H.F. & CRIDDLE, W.D. *Determining Consumptive Use and Irrigatio Water Requirements*. Washington, U.S. Dep. of Agriculture, 1963. 59 p. (Techinical Bulletin, 1275).

HARGREAVES, G.H. *Potencial Evapotranspiration and Irrigation requirements. for Northaest Brasil*. Logan, Utah State University, 1974.

KOEPPEN, Wilhelm. *Climatologia con um Estudio de los Climas de las Terras*. México, Fondo de Cultura Econômica. 1949.

OLIVEIRA, Francisco Assis, de. 1979. *Efeito da Adubação Nitrogenada no Índice de Área Foliar e na Produtividade do Arroz Irrigado (Oriza sativa L.)* Anais do IX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande-Pb. 1980

SIMÕES, J. *Determinação da Evapotranspiração Potencial e Necessidade de Água de Irrigação para o Projeto Piloto Mandacaru*. Petrolina-PE, 1973. 29 p.

FRACIONAMENTO ISOTÓPICO APLICADO AO ESTUDO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

P.R. Leopoldo*
E. Matsui**
E. Salati**
A.P. Sousa*

RESUMO

Estudou-se a variação dos teores de isótopos estáveis, deutério e oxigênio-18, em água de planta, com a finalidade de se verificar a possibilidade de sua aplicação em estudos ligados ao sistema solo-planta-atmosfera.

Ficou evidenciado que, através de correlações entre os valores de δ_D e δ_{18} pode-se estabelecer, até o momento qualitativamente, as necessidades hidráulicas da planta em relação aos seus estágios de desenvolvimento. Pode-se observar, também através das correlações entre δ_D e δ_{18}, estabelecidas para as diversas horas do dia, as variações que ocorrem na taxa de evapotranspiração.

Torna-se oportuna a continuação de semelhantes trabalhos de modo a se atingir uma análise quantitativa do processo de perda de água, pelo método em questão.

SUMMARY

To verify the possibility of apply the variations of isotope, deuterium and oxygen-18 concentrations it soil-plant-atmosphere system this study was carried out.

It was shown that it is possible to use the correlations between δ_D and δ_{18} values to verify qualitatiwely the plant hydric necessities in relation to their development phases. It was possible to observe the variation that can occur at the evapotranspiration rates during the day too.

Further studies concerned with the quantitative analysis of water loss process would be interestings.

INTRODUÇÃO

O uso de isótopos estáveis, oxigênio-18 e deutério, desde algum tempo vem sendo empregado em pesquisas ligadas às diversas fases do ciclo hidrológico, como pode ser observado através dos trabalhos de GONFIANTINI et alii (1963) e (1965), WERSHAE et alii (1966), ZIMMERMANN et al (1966), MATSUI et al (1972), SALATI et alii (1971), LEOPOLDO (1974) entre outros.

Desse modo, neste trabalho pretende-se obter uma série de esclarecimentos de ordem básica, com relação aos comportamentos do oxigênio-18 e deutério na água da planta, por ocasião do processo de evapotranspiração, uma vez que ficou demonstrado por LEOPOLDO et alii (1973) que fenômenos ligados à dinâmica da água da planta podem ser pesquisados e esclarecidos através desse método, com sucesso.

(*) Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas. UNESP - Botucatu - SP
(**) CENA - ESALQ - Piracicaba - SP

Com esse propósito, procura-se não só conhecer mais a fundo o mecanismo das variações desses isótopos estáveis, como também verificar a possibilidade de futuramente, se determinar as necessidades hídricas de uma planta, durante o seu ciclo vegetativo pela metodologia em questão.

Evidentemente, informações dessa natureza são de real importância, não só no aspecto básico em se conhecer os seus mecanismos, como também no aspecto prático, quando se envolve o suprimento de água às plantas através da irrigação, onde o conhecimento da relação água-planta-atmosfera é de grande interesse.

MATERIAL E MÉTODO

Planta Teste

Dado ao curto ciclo vegetativo, utilizou-se, como planta-teste, o rabanete (Raphanus sativus L.), cultivada em caixotes de madeira, contendo areia grosa, previamente seca em estufa. Essas plantas foram, durante o ensaio, mantidas sob uma estrutura de cobertura plástica, com a finalidade de se evitar possíveis intervenções de água de chuva.

A irrigação das mesmas se deu através de solução nutritiva, preparadas com água de conteúdo variável em oxigênio-18 e deutério.

O experimento compreendeu dois testes, realizados em períodos distintos. O primeiro deles desenvolveu-se no período de março-abril, no qual estabeleceu determinadas correlações entre valores de δ_D e δ_{18}, conforme poderá ser observado no capítulo de Resultados.

Já no segundo teste, ocorrido entre agosto e setembro, observou-se apenas a variação, o conteúdo de deutério durante o ciclo vegetativo, nos diferentes órgãos da planta e solo.

O início de coleta de amostras para posterior extração da água a ser analisada, se deu cerca de 10 dias após a semeadura, em razão de as plantas, nesta ocasião, já se apresentarem com um desenvolvimento suficiente, de modo a permitir a extração da água necessária à análise.

A coleta se dava ao acaso, obtendo-se plantas de diferentes partes dos 4 caixotes utilizados e as plantas coletadas eram levadas para o laboratório, onde se dava a imediata separação das suas diversas partes, seguindo-se de seus respectivos acondicionamentos em tubos de vidro, perfeitamente vedados com rolhas de borracha, até o início do processo de extração de água.

Sistemas de Extração da Água da Planta e Solo

Na extração da água do caule e folhas do vegetal, bem como da água do solo, empregou-se semelhante sistema e metodologia descritos por LEOPOLDO et alii (1973), variando-se tão somente a fonte de aquecimento. No presente caso, como fonte de aquecimento, empregou-se um reservatório de cerca de 15 litros de capacidade, executado em folha de flandres e revestido externamente com chapas de amianto. Durante o processo de operação, o mesmo era mantido cheio de água à temperatura de 95 - 100°C, temperatura esta conseguida pelo aquecimento através de uma resistência elétrica e controlada por um termostato.

A Figura 1 mostra, em esquema, o conjunto abordado, cuja capacidade permitia a extração de água de 8 amostras simultâneamente.

As águas extraídas eram acondicionadas em frascos de vidro de 10ml, bem vedados, e posteriormente analisadas para os teores de deutério e oxigênio-18, conforme o caso.

Sistema de Decomposição da Água e Análise da Relação Deutério/Hidrogênio

A decomposição da água extraída e sua conversão a hidrogênio gasoso, para posterior análise da relação D/H, se deu conforme a metodologia empregada por

MATSUI et alii (1971).

Na análise da variação natural de deutério existente na amostra de hidrogênio gasoso, empregou-se o expectrômetro de massa da Variant-Mat, modelo GD-150

Sistemas de Preparo e Análise do Oxigênio-18 da Água Extraída

Os equipamentos empregados no preparo das amostras de água para análise do oxigênio-18, constituíram-se de um sistema de admissão de CO_2 e de um sistema de extração de CO_2 conforme descrição dada por EPSTEIN e MAYEDA[2] (1953).

Na análise do conteúdo de oxigênio-18 nas amostras observadas, empregou se um expectrômetro de massa da Variant-Mat, modelo Mat-230.

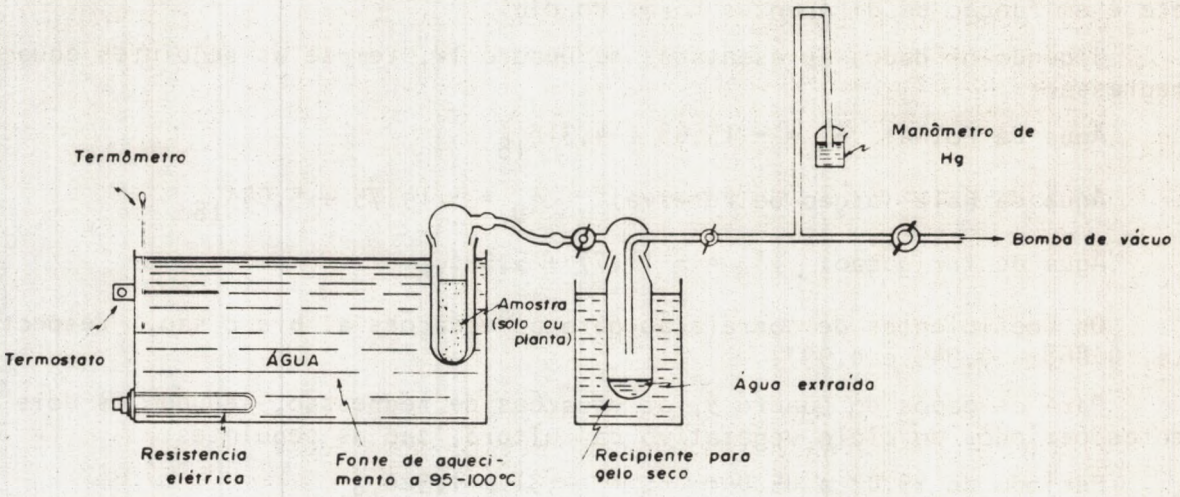


FIG. 1 - Esquema do sistema de extração da água do solo e planta.

RESULTADOS

Os resultados das análises do teor de deutério e oxigênio-18 são expressos na forma de desvio δ definido pela equação:

$$\delta \text{ ‰} = \left(\frac{a - a_{SMOW}}{a_{SMOW}}\right) . 10^3$$

δ ‰ = Desvio do valor de D/H ou $^{18}O/^{16}O$ da amostra de água, em relação ao padrão SMOW

a = Teor de deutério ou oxigênio-18 na amostra

a_{SMOW} = Teor de deutério ou oxigênio-18 na amostra padrão.

No caso do oxigênio-18, nem sempre foi possível proceder à sua análise , uma vez que a quantidade de água necessária à mesma é muito superior àquela de que se precisa para o deutério e, em muitas situações, a quantidade de material disponível para análise foi insuficiente.

Os dados apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 se referem aos valores δ_D ‰ obtidos respectivamente para a água extraída do solo, raiz (órgão de reserva) e folha. Esses mesmos resultados são ainda apresentados graficamente, através da Figura 2, na qual se inclui também as variações de temperatura do ar em °C, a umidade relativa do ar atmosférico e os valores de δ_D ‰ da água aplicada na forma de irrigação, em função do período de ensaio.

No Quadro 4 apresentam-se as correlações entre os valores δ_D e δ_{18} para a água da folha, raiz e água de irrigação, obtidos durante o ciclo da cultura.

Da mesma forma, tem-se, nos Quadros 5 e 6, as correlações entre esses valores, respectivamente, para dois diferentes períodos do ciclo vegetativo do rabanete e em função de diferentes horas do dia.

Segundo os dados apresentados no Quadro IV, tem-se as seguintes equações de regressão:

Água da Folha: $\delta_D = -15{,}68 + 4{,}31\delta_{18}$ (a)

Água da Raiz (órgão de reserva) $\delta_D = -14{,}75 + 5{,}04\delta_{18}$ (b)

Água de Irrigação: $\delta_D = -11{,}77 + 5{,}54\delta_{18}$ (c)

Os coeficientes de correlação para as equações **a**, **b** e **c** são, respectivamente, 0,868; 0,945 e 0,997.

Para os dados do Quadro 5, as equações de regressão, segundo os dois diferentes períodos do ciclo vegetativo da cultura, são as seguintes:

Período de 29.03 a 05.04: $\delta_D = 4{,}31 + 1{,}32\delta_{18}$ (d)

Período de 12.04 a 20.04: $\delta_D = -18{,}67 + 4{,}99\delta_{18}$ (e)

Os coeficientes de correlação em tais casos, foram de 0,782 e 0,953, respectivamente, para d e e.

Em função das horas do dia, conforme dados do Quadro 6, tem-se as respectivas equações de regressão:

8 horas: $\delta_D = -17{,}95 + 5{,}22\delta_{18}$ (f)

12 horas: $\delta_D = -14{,}04 + 4{,}70\delta_{18}$ (g)

16 horas. $\delta_D = -6{,}31 + 1{,}99\delta_{18}$ (h)

20 horas: $\delta_D = -6{,}38 + 2{,}31\delta_{18}$ (i)

24 horas: $\delta_D = -13{,}81 + 4{,}78\delta_{18}$ (j)

Essas equações de f a j têm, como coeficientes de correlação, os valores de, respectivamente, 0,960; 0,760; 0,892; 0,902 e 0,998.

QUADRO 1 - Valores de $\delta_D{}^0/_{00}$ da Água Extraída do Solo, em Função do Dia e Hora

Datas	Hora	1ª. Repetição		2ª. Repetição		Média Utilizada	
25.08	0	+	2,0	+	2,1	+	2,0
25.08	8	+	0,1	+	0,9	+	0,4
25.08	12	+	0,3	+	1,5	+	1,0
25.08	16	-	2,4	-	1,7	-	2,0
25.08	20	-	1,5	-	0,3	-	1,0
25.08	24	+	2,8	+	0,9	+	2,0
01.09	0	+	1,5	+	0,3	+	1,0
01.09	8	-	2,4	-	1,7	-	2,0
01.09	12	+	2,0	+	1,9	+	2,0
01.09	16	+	0,3	+	1,3	+	1,0
01.09	20	+	3,2	+	3,4	+	3,0
01.09	24	+	1,0	+	2,3	+	2,0
08.09	0	-	10,2	-	11,4	-	11,0
08.09	8	-	13,2	-	12,6	-	13,0
08.09	12	-	11,9	-	12,3	-	12,0
08.09	16	-	8,8	-	9,7	-	9,0
08.09	20	-	8,2	-	9,0	-	8,0
08.09	24	-	10,7	-	10,5	-	10,0
15.09	0	-	10,5	-	10,3	-	10,0
15.09	8	-	12,1	-	12,2	-	12,0
15.09	12	-	10,8	-	10,9	-	11,0
15.09	16	-	11,2	-	11,3	-	11,0
15.09	20	-	12,0	-	12,3	-	12,0
15.09	24	-	12,8	-	12,7	-	13,0
22.09	0	-	8,2	-	7,8	-	8,0
22.09	8	-	9,5	-	8,3	-	9.0
22.09	12	-	10,4	-	10,5	-	10,0
22.09	16	-	8,4	-	9,4	-	9,0
22.09	20	-	9,6	-	9,4	-	10,0
22.09	24	-	10,9	-	11,5	-	11,0

QUADRO 2 - Valores de $\delta_D{}^0/_{00}$ da Água Extraída da Raiz (Órgão de Reserva) em Função do Dia e Hora

Datas	Hora	1ª. Repetição		2ª. Repetição		Média Utilizada	
25.08	0	-	14,5	-	14,5	-	14,0
25.08	8	-	14,0	-	15,6	-	15,0
25.08	12	-	13,0	-	12,8	-	13,0
25.08	16	-	15,9	-	15,9	-	16,0
25.08	20	-	17,9	-	18,2	-	18,0
25.08	24	-	11,0	-	10,0	-	11,0
01.09	0	-	6,2	-	5,0	-	6,0
01.09	8	-	5,5	-	5,1	-	5,0
01.09	12	-	7,3	-	6,0	-	7,0
01.09	16	-	8,0	-	7,5	-	8,0
01.09	20	-	10,0	-	11,4	-	10,0
01.09	24	-	7,2	-	6,1	-	7,0
08.09	0	-	11,5	-	11,4	-	11,0
08.09	8	-	13,0	-	13,7	-	13,0
08.09	12	-	12,5	-	14,0	-	13,0
08.09	16	-	11,2	-	11,9	-	12,0
08.09	20	-	12,5	-	11,8	-	12,0
08.09	24	-	4,6	-	4,4	-	5,0
15.09	0	-	6,2	-	5,0	-	6,0
15.09	8	-	10,6	-	12,6	-	11,0
15.09	12	-	7,4	-	9,8	-	9,0
15.09	16	-	3,3	-	2,8	-	3,0
15.09	20	-	4,4	-	3,0	-	4,0
15.09	24	-	5,5	-	5,1	-	5,0
22.09	0	-	5,2	-	2,6	-	4,0
22.09	8	-	3,2	-	3,3	-	3,0
22.09	12	-	1,0	+	1,4	+	1,0
22.09	16	+	4,0	-	2,5	-	3,0
22.09	20	-	6,4	-	8,1	-	7,0
22.09	24	-	8,5	-	9,6	-	9,0

QUADRO 3 - Valores de δ_D °/₀₀ da Água Extraída das Folhas em Função do Dia e da Hora

Datas	Hora	1ª Repetição		2ª Repetição		Média Utilizada	
25.08	0	+	20,8	+	21,4	+	21,0
25.08	8	+	27,1	+	27,3	+	27,0
25.08	12	+	31,9	+	31,9	+	32,0
25.08	16	+	32,1	+	31,6	+	32,0
25.08	20	+	23,7	+	21,8	+	23,0
25.08	24	+	23,2	+	24,3	+	23,0
01.09	0	+	18,5	+	21,5	+	20,0
01.09	8	+	20,4	+	19,8	+	20,0
01.09	12	+	26,0	+	27,2	+	27,0
01.09	16	+	37,9	+	39,9	+	38,0
01.09	20	+	33,5	+	34,1	+	34,0
01.09	24	+	29,3	+	31,4	+	30,0
08.09	0	-	1,7	-	1,2	-	1,0
08.09	8	-	3,2	-	2,6	-	3,0
08.09	12	+	3,8	+	4,8	+	4,0
08.09	16	+	16,8	+	18,2	+	18,0
08.09	20	+	14,7	+	14,5	+	15,0
08.09	24	+	11,3	+	8,9	+	10,0
15.09	0	+	3,1	+	2,7	+	3,0
15.09	8	+	9,6	+	8,7	+	9,0
15.09	12	+	16,2	+	16,2	+	16,0
15.09	16	+	16,2	+	18,0	+	17,0
15.09	20	+	3,9	+	4,1	+	4,0
15.09	24	+	3,1	+	3,3	+	3,0
22.09	0	+	1,8	+	2,6	+	2,0
22.09	8	+	6,3	+	5,8	+	6,0
22.09	12	+	14,9	+	15,4	+	15,0
22.09	16	+	18,2	+	19,8	+	19,0
22.09	20	+	10,2	+	11,4	+	11,0
22.09	24	+	7,6	+	7,6	+	8,0

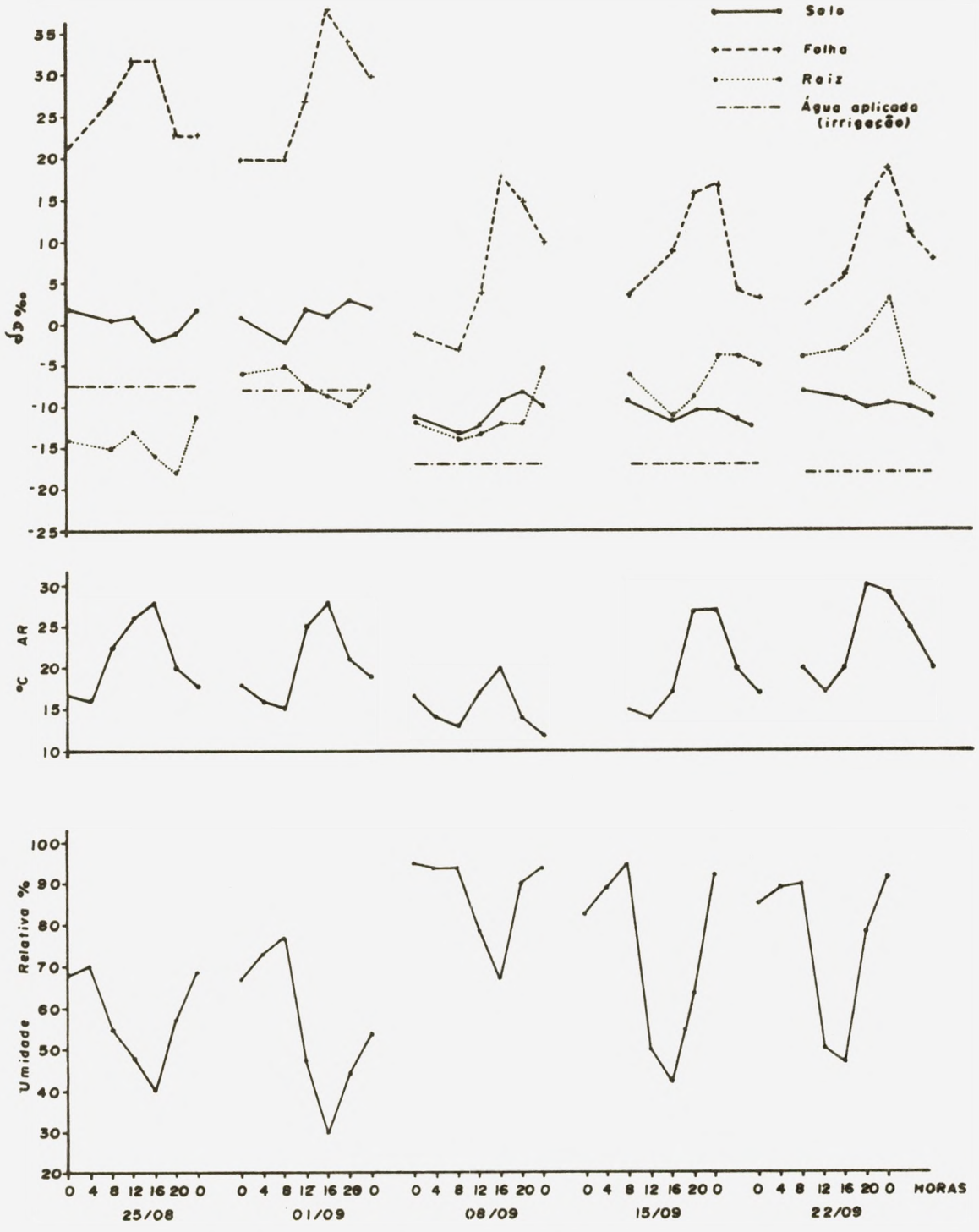


FIG. 2 - Valores de δD ‰ obtidos para a água extraída do solo, raiz e folha, durante o ciclo do rabanete e correspondentes variações das temperaturas do ar, umidade relativa e água aplicada.

QUADRO 4 - Correlação entre os Valores de δ_D °/oo e δ_{18} °/oo obtidos para a Água da Folha, Raiz e Água de Irrigação.

FOLHA	δ_D °/oo	δ_{18} °/oo
	+ 13,0	+ 5,1
	+ 18,0	+ 2,3
	+ 12,0	+ 7,7
	+ 11,0	+ 7,0
	+ 12,0	+ 5,7
	+ 18,0	- 7,8
	- 49,0	- 7,3
	- 3,0	+ 3,1
	+ 5,0	+ 6,2
	- 1,0	+ 3,5
	- 1,0	+ 2,5
	+ 10,0	+ 4,8
	+ 19,0	+ 10,8
	- 48,0	- 5,6
	- 39,0	- 3,4
	- 4,0	- 1,7
	0,0	+ 3,7
CAULE	- 9,0	+ 1,4
	- 46,0	- 5,4
	- 46,0	- 5,8
	- 31,0	- 4,1
	- 35,0	- 4,6
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	- 33,0	- 3,2
	+ 34,0	+ 8,5
	- 44,0	- 5,7
	- 50,0	- 7,2
	- 51,0	- 7,3
	+ 28,0	+ 6,7
	- 54,0	- 7,6

QUADRO 5 - Correlação entre os Valores de δ_D °/oo e δ_{18} °/oo da Água Extraída das Folhas, obtidas para os períodos de 29.03 e de 12 a 20.04

PERÍODO	δ_D °/oo	δ_{18} °/oo
29 a 05.04	+ 13,0	+ 5,1
	+ 10,0	+ 4,8
	+ 19,0	+ 10,8
	+ 12,0	+ 7,7
	+ 11,0	+ 7,0
	+ 12,0	+ 5,7
	+ 18,0	+ 7,8

QUADRO 5 - Correlação entre os Valores de $\delta_D{}^0/_{00}$ e $\delta_{18}{}^0/_{00}$ da Água Extraída das Folhas, obtidas para os períodos de 29.03 e de 12 a 20.04
(Continuação)

PERÍODO	$\delta_D{}^0/_{00}$	$\delta_{18}{}^0/_{00}$
12 a 20.04	- 3,0	+ 3,1
	+ 5,0	+ 6,2
	- 1,0	+ 3,5
	- 1,0	+ 2,5
	- 48,0	- 5,6
	- 39,0	- 3,4
	- 4,0	+ 1,7
	0,0	+ 3,7

As retas de regressão, representativas das correlações apontadas, são mostradas, graficamente, nas Figuras 3, 4 e 5.

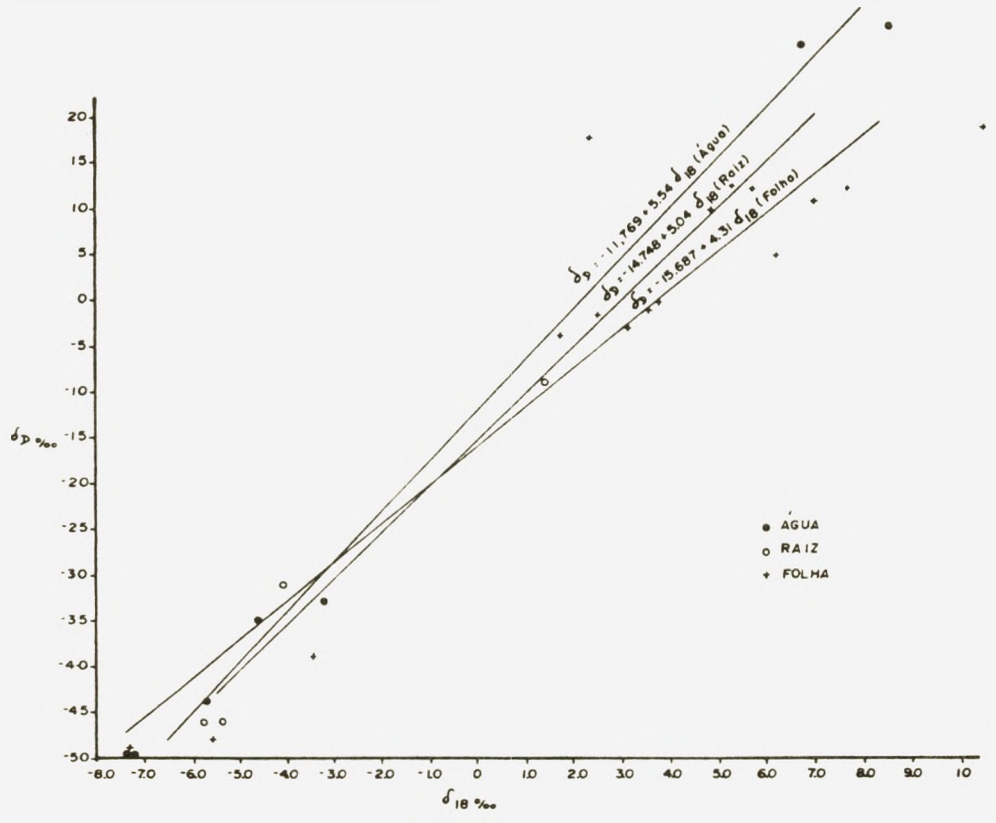


FIG.3 - Correlação entre os valores de δ_D e δ_{18} observados para a água de irrigação, raiz e folha.

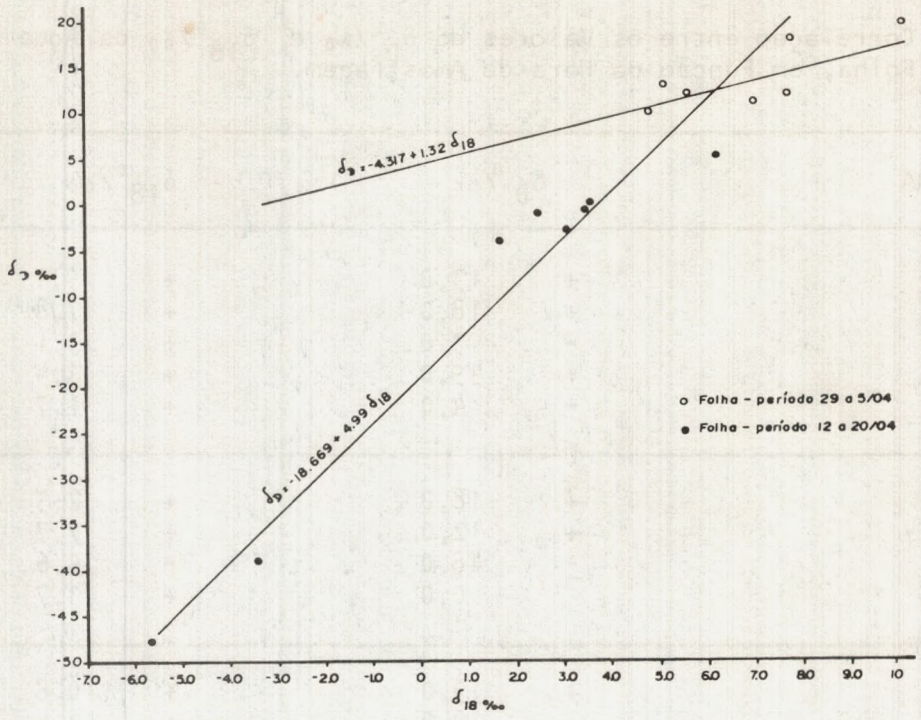


FIG. 4 – Correlacao entre os valores de δ_D e δ_{18} observados para a água da folha em dois períodos diferentes.

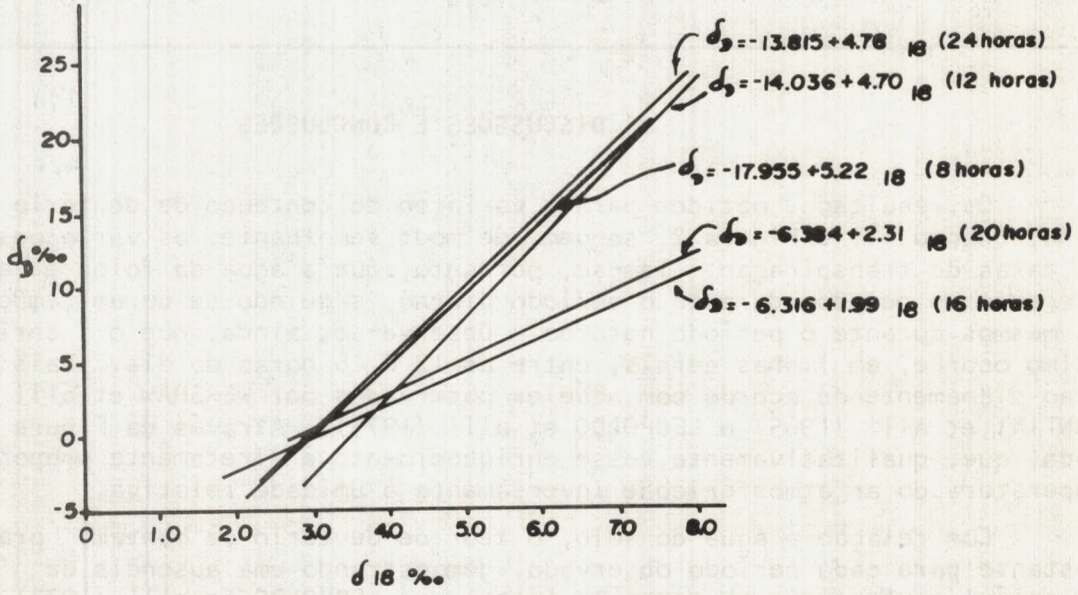


FIG. 5 – Correlação entre os valores de δ_D e δ_{18} para a água da folha, em função de diferentes horas do dia.

QUADRO 6 - Correlação entre os Valores de δ_D °/oo e δ_{18} °/oo da Água Extraída da Folha, em Função da Hora de Amostragem.

HORA	δ_D °/oo	δ_{18} °/oo
08	+ 13,0	+ 5,1
	+ 18,0	+ 7,8
	- 3,0	+ 3,1
	- 39,0	+ 3,4
	- 4,0	+ 1,7
12	+ 18,0	+ 2,3
	+ 12,0	+ 7,7
	- 48,0	- 5,6
	0,0	+ 3,7
16	+ 19,0	+ 110,8
	+ 18,0	+ 13,4
	+ 5,0	+ 6,2
	+ 4,0	+ 5,3
20	+ 11,0	+ 7,0
	- 1,0	+ 3,5
	- 3,0	+ 0,8
24	+ 12,0	+ 5,7
	- 49,0	- 7,3
	- 1,0	+ 2,5
	+ 10,0	+ 4,8

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para a variação do conteúdo de deutério na água da folha, Quadro III e Figura 2, seguem, de modo semelhante, as variações ocorridas nas taxas de transpiração. Tem-se, portanto, que a água da folha é enriquecida em elementos pesados durante o período diurno, seguindo-se de um empobrecimento dos mesmos durante o período noturno. Observa-se, ainda, que o enriquecimento máximo ocorre, em linhas gerais, entre as 12 e 16 horas do dia. Tais resultados estão plenamente de acordo com aqueles observados por WERSHAW et alii (1966) GONFIANTINI et alii (1965) e LEOPOLDO et alii (1975). Através da Figura 2 tem-se, ainda, que, qualitativamente, esse enriquecimento é diretamente proporcional à temperatura do ar atmosférico e inversamente à umidade relativa.

Com relação à água do solo, o teor de deutério se mantém, praticamente, constante para cada período observado, demonstrando uma ausência de fracionamento isotópico, conforme observações feitas por LEOPOLDO et alii (1973).

Para as raízes, ou seja, o órgão de reserva da planta analisada, observa-se que, inicialmente, face às irrigações precedentes, o seu conteúdo em deutério se apresenta inferior ao próprio valor de δ_D °/oo da água do solo. No entanto, à medida que esse órgão se vai formando e se desenvolvendo, constituindo-se

em um órgão de reserva, os valores de δ_D ‰ apresentam uma tendência em se aproximarem dos valores de δ_D ‰ da água da folha. Evidentemente, a água existente nessa parte do vegetal, por ser um órgão de reserva, ela se apresenta como uma mistura das águas absorvidas nos diversos intervalos. Pela Figura 2 pode-se observar, nos períodos iniciais, a água do órgão de reserva, praticamente não sofre fracionamento isotópico. Ainda, pela mesma Figura, pode-se mostrar que nos períodos finais, próximo ao encerramento do ciclo, a água desse órgão já é possível de um certo fracionamento isotópico, e em um dos períodos (22.09) acompanha quase que exatamente as variações de δ_D ‰ observadas para a água da folha.

Este fato ocorre em razão do órgão de reserva, nesta fase do ciclo, já se apresenta com um volume razoável e muito próximo à superfície do solo e também susceptível ao processo de perda de água.

Algumas outras observações podem ser feitas através da análise das correlações obtidas entre os valores de δ_D e δ_{18}, efetuadas para alguns casos. Antes de se analisar tais resultados, cabe esclarecer que essas correlações estão apenas indicando certas tendências do que possa ocorrer através do sistema, uma vez que poucos foram os dados obtidos para δ_{18} impedindo, desse modo, afirmações mais categóricas.

Pelas correlações, tem-se que durante o processo de evapotranspiração se dá um enriquecimento diferencial entre os teores de 18_0 e D, fato que se observa pelo coeficiente angular das retas, os quais se apresentam com menores valores para as águas submetidas a maiores taxas de evapotranspiração.

Através da Figura 3 observa-se que o coeficiente angular das retas que representam as correlações entre δ_D e δ_{18} variam, indicando, durante o processo de evapotranspiração, um enriquecimento diferencial e gradativo no sentido água de irrigação, raiz (órgão de reserva) e folha. Essas equações demonstram que, aparentemente, ocorre um ligeiro fracionamento da água em sua movimentação através do sistema solo-planta-atmosfera.

A questão da ausência de fracionamento isotópico da água, quando de sua movimentação através de vasos capilares de planta, já foi observado por diversos autores, entre os quais GONFIANTINI et alii (1963) e ZIMMERMANN et alii (1966).

Embora tais dados, no presente caso, levem a crer que tenha ocorrido um certo fracionamento, contrariando, de certo modo, as afirmações dos citados autores, é mais possível que esses resultados tenham sido mascarados pelo acúmulo e diluição da água absorvida pelo órgão de reserva durante o ciclo da planta.

As correlações entre δ_D e δ_{18}, estabelecidas para dois diferentes períodos, conforme Figura 4, demonstram que no intervalo de 29.03 a 05.04 houve uma evapotranspiração muito mais intensa que no final do ciclo da cultura, ou seja, para o período de 12 a 20.04, fato que pode ser observado pelos coeficientes angulares de cada um dos períodos analisados.

Portanto, seria possível, estabelecendo-se várias correlações entre δ_D e δ_{18} para diferentes períodos de uma cultura qualquer, determinar-se a variação de seu consumo ou demanda em água pela planta. Tais estudos, embora analisados qualitativamente no momento, apresentam-se com real interesse ao campo da irrigação.

Na Figura 5, ainda que com um pequeno número de dados, tem-se as correlações de δ_D e δ_{18} estabelecidas para a água da folha em função das horas do dia.

Essas correlações, verificadas através da Figura 5, e pelos coeficientes angulares das respectivas equações, mostram que a taxa de evapotranspiração varia acentuadamente com as horas do dia, com um máximo entre 12 e 16 horas.

Segundo SLATYER (1967) e ROO (1969) tem-se que o gradiente de tensão que existe entre a água da folha e a raiz de uma planta, é grande durante o período diurno e que, por volta das 6 horas da manhã, praticamente inexiste essa diferença, encontrando-se a planta muito próximo de um equilíbrio dinâmico no sistema solo-planta-atmosfera.

As correlações apresentadas na Figura 5 evidenciam as afirmações feitas pelos citados autores, pois se observa que o coeficiente angular da correlação

estabelecida para a água de irrigação (5,54) é muito próximo daquele definido para a água da folha no horário das 8 (5,22) evidenciando um equilíbrio dinâmico no sistema.

A partir das 8 horas, os coeficientes angulares das equações estabelecidas começam a decrescer, passando para 4,70 às 12 horas, um mínimo de 1,99 às 16 horas, sendo que a seguir tais valores novamente se elevam, apresentando um valor de 4,78 às 24 horas.

Tais resultados demonstram que, no presente caso, a taxa de evapotranspiração máxima ocorreu entre 12 e 16 horas, e que entre 16 e 20 horas a água perdida pela planta, durante o período diurno, começa a ser reposta até que o equilíbrio dinâmico do sistema seja atingido.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam as reais possibilidades de aplicação do método das variações isotópicas naturais em estudos de problemas de demanda em água, com interesse para a irrigação, bem como outros estudos diretamente ligados à fisiologia vegetal.

Dados mais positivos poderiam ser obtidos, caso se utilizasse de uma planta com um ciclo vegetativo mais extenso, de tal modo a permitir um maior número de análise durante os diversos períodos do ciclo.

Torna-se oportuna a continuação de semelhantes trabalhos, que, acompanhados de outros dados que afetam o comportamento da água envolvida, poderiam permitir uma análise quantitativa do processo de perda de água, pelo método em questão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido, sem o qual o presente trabalho não poderia ter sido desenvolvido.

LITERATURA CITADA

EPSTEIN, S. e MAYEDA, T. Variations of the oxygen-18 content of water from natural sources. *Geochim. Cosmochim.* Acta 4 (5): 213-24. 1953.

GONFIANTINI, R.; TOCLIATI; V. e TONGIORGI, E. Sone Possible Applications of Isotopic analysis of water to Hydrologye Problems. In: *Science et Technique pour les Regions pen developpées*. Roma, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, 1963.

GONFIANTINI, R.; TOCLIATI; V. e TONGIORGI, E. Some Possible Applications of Isotopic analysis of water to Hydrologye Problems. In: *Science et Technique pour les Regions pen developpées*. Roma, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, 1963

GONFIANTINI, R.; GRATZIU, S. e TONGIORGI, E. Oxygen Isotopic Composition of Water in Leaves. In: *Isotopes and Radiation in Soil Plant Nutrition Studies*. I.A.E.A., Viena, 1965.

LEOPOLDO, P.R.; SALATI, E. e MATSUI, E. Método de extração da água so solo para análise da relação D/H. Piracicaba, CENA, *Boletim Científico* nº 9, 21 p. - 1973.

LEOPOLDO, P.R. Fracionamento isotópico da água do solo durante o processo de evaporação. *Ciência e Cultura*, 26 (7): 688-671. 1974.

MATSUI, E.; SALATI, E. e BARROS FERRAZ, E.S. Medida da variação natural da relação D/H em amostras de água. Piracicaba, CENA, *Boletim Científico* nº 1, 31 p. 1974.

MATSUI, E.; SALATI, E.; BRINKMANN, W.L.F. e FRIEDMAN, I. Vazões relativas dos rios Negro e Solimões através das concentrações de ^{18}O. *Acta Amazônica*, 2(3): 31-46. 1972.

ROO, H.C.D. Water strees gradients in plants and soil roots systems. *Agron. J.* 61 (4): 511-514. 1969.

SALATI, E.; GUSMÃO, G.A.; MATSUI, E. e CERVELLINI, A. Estudo das concentrações de ^{18}O e D em águas do Nordeste brasileiro. Piracicaba, CENA, *Boletim Cientifico* nº 2, 30 p. 1971.

SLATYER, R.D. *Plant-Water Relationships*. Ed. Academic Press, London. 1967. 366 p.

WERSHAW, R. L.; FRIEDMAN, I.; HELLER, S.J. e FRANK, P.A. Hydrogen isotopic fractionation of water passing through trees. In: HOBSON, G.D. (Ed) *The International Conference of Advances in Organic Geochemistry*. Proceeding, 1966.

ZIMMERMANN, V.; EHHALT, D. e MUNNICH, K.O. *Soil Water Novement and Evapotranpiration*. In Symposium of Isotopes in Hydrology. I.A.E.A. Vienna. 1966.

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ÍNDICE DA ÁREA FOLIAR E NA PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO (Oryza sativa L.)*

Francisco Assis de Oliveira**

RESUMO

Testou-se quatro níveis de nitrogênio (0 - 50 - 100 - 150 kg/ha), com cinco repetições em blocos ao acaso, na cultura do arroz (Oryza sativa L.) irrigado, no Projeto de Irrigação de São Desidério, objetivando verificar o efeito do **N** *no Índice de Área Foliar (IAF) e na produtividade da cultura.*

Os resultados permitem comentar que o IAF variou de 0,18 a 1,33; 0,18 a 2,54; 0,28 a 3,55 e 0,28 a 3,97 durante o ciclo da cultura, altura das plantas de: 58, 70, 77 e 86cm, perfilhos/m^2: 240, 286, 276 e 289, perfilhos efetivos: 93, 94, 96 e 95%, grãos cheios/panícula: 59, 53, 70 e 80, esterilidade dos grãos: 3,2; 3,2; 4,1 e 7,1%, comprimento das panículas: 15,0; 17,5; 19,5 e 20,0cm e produção: 2.350, 3.124, 4.480 e 5.135 kg/ha, respectivamente para as doses crescentes, de **N** *(0 - 50 - 100 - 150 kg/ha).*

Os Indices de Area Foliar, alturas das plantas, comprimento das panículas e produtividade, apresentaram diferença significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos. O nitrogênio proporcionou efeito linear para o IAF (Y = 133,353 + 0,865 **N** *com R = 0,996**), para altura das plantas (Y = 59,117 + 0,183* **N** *com R = 0,997**) e para produtividade (Y = 2611,54 + 14,51* **N** *com R = 0,918**). Para o caso da produção o efeito linear participou com 85%, o quadrático com 10% e o cúbico com 5%.*

SUMMARY

In order to determine the effect of N (4 levels: 0 - 50 - 100 - 150 kg/ha) on irrigated rice leaf area index (LAI) and yield, an experiment was carried out in São Desidério Irrigation Project, in a ramdomized block design with 5 replications.

The results showed that LAI varied from: 0.18 to 1.33, 0.18 to 2.54, 0.28 to 3.55 and 0.28 to 3.97 during the crop cycle; plant heights were 58, 70, 77 and 86cm; shoots/m^2: 240, 286, 276, 289 (the effective ones were: 93, 94, 96 and 95%); grains/panicle: 59, 53, 70, 80; esterility of grains: 3.2, 3.2, 4.1 7.1%; panicle lenghts: 15.0, 17.5, 19.5, 20.0cm; yield: 2,350; 3.124; 4,480; 5,135 kg/ha, for the increasing doses of **N**, *respectively.*

The results indicated significant differences for LAI, plant heights, panicle lengths, and yield at 1% probability by the F test. Nitrogen showed linear affects for LAI (Y = 133.353 + 0,865 N with r = 0.996), plant heights (Y = 59.117 = 0.183 **N** *with r = 0.997) and yield (Y = 2611.54 + 14.51* **N** *with r = 0.918).*

(*) Contribuição da UEP/BARREIRAS através do Convênio EPABA/CODEVASF

(**) Engenheiro Agrônomo M.Sc., Pesquisador em Irrigação EMBRAPA, Barreiras, Bahia

INTRODUÇÃO

O arroz constitui-se no alimento de primeira necessidade para mais da metade da população humana. Entre os 23 maiores produtores de arroz do mundo, o Brasil ocupa o 19º lugar, sendo o maior produtor americano (PASSOS 1973).

Na Bahia, os trabalhos com Pesquisa de arroz são bastante recentes. Entretanto, nos perímetros irrigados do Nordeste, necessita-se incrementar esta linha de pesquisa, visando identificar os níveis econômicos de adubação, assim como a necessidade de irrigação para a cultura, no sentido de aumentar sua produção e tornar esta região auto-suficiente do citado produto.

Trabalho desenvolvido por CARVALHO et alii (1978) com arroz sob irrigação, mostra que o nitrogênio apresenta efeito significativo na produtividade para os componentes linear e quadrático, sendo a maior contribuição causada pelo efeito linear. DINIZ et alii (1976), na Universidade Federal de Viçosa, testando os níveis de adubação nitrogenada (0 - 30 - 60 - 90 kg/ha), obtiveram resultados de produtividade significativos ao nível de 5% de probabilidade. PATRICK et alii (1974) estudando os níveis de nitrogênio (0 - 56 - 112 kg/ha), obtiveram os seguintes resultados de produtividade: 2.685 - 3.895 e 5.150 kg/ha, respectivamente.

Os principais objetivos deste trabalho foram: determinar o efeito dos níveis de nitrogênio no Índice de Área Foliar (IAF), e na produtividade do arroz, conduzido sob irrigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Podzólico na Estação Experimental da UEPAE de Barreiras, BA, localizada no Projeto de Irrigação de São Desidério, no período de junho a outubro de 1977, utilizando-se a cultivar de arroz (Oryza sativa, L.) "IAC 1246". O clima da área, segundo HARGREAVES (1974) é classificado como seco-úmido.

O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram 0 - 50 - 100 - 150 kg/ha de N, identificados, respectivamente, como A, B, C e D. A área total da parcela foi de $48m^2$ e $24m^2$ de área útil. Usou-se espaçamento de 0,4m entre fileiras contínuas e densidade de plantio de 80 kg de sementes por ha. Utilizou-se uma adubação básica de fósforo na dosagem de 80 kg de P_2O_5/ha, na forma de superfosfato simples e, como fonte de N, usou-se a uréia. Todo o fósforo e 30% de N foram incorporados ao solo antes do plantio e o restante do N foi aplicado em cobertura nas dosagens de 50 e 20% aos 50 e 65 dias, respectivamente. Usou-se o sistema de irrigação de bacias em nível e a água foi aplicada quando o solo perdia de 30 a 35% da umidade disponível.

Para o cálculo do Índice de Área Foliar, seguiu-se a metodologia descrita por Gomez (1972) e as determinações foram feitas, em 20 plantas por parcelas, durante a fenologia da cultura. Para tomada dos dados fenológicos seguiu-se as instruções do Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1977). A colheita foi manual e usou-se o tetes F para comparar os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da cultura foi de 135 dias, distribuídos entre as fases vegetativa, reprodutiva e maturativa, respectivamente, 60, 38 e 37 dias. A variação do Índice de Área Foliar (IAF) e do crescimento das plantas, entre os tratamentos, durante a fenologia da cultura, está apresentada nas Figuras 1 e 3. Os resultados das integrais dos IAF, das alturas das plantas, dos comprimentos das panículas e os dados de produtividade, submetidos a análise estatística, apresentaram diferença significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos. O peso médio de 100 grãos não apresentou diferênca significativa . O nitrogenio proporcionou efeito linear para os resultados das inte-

grais dos IAF, altura das plantas e produção (Figuras 2, 4 e 5). Porém, para a produção, o efeito linear participou com 85%, o quadrático com 10% e o cúbico, com 5%. Entretanto, para o comprimento das panículas, o N apresentou efeito quadrático.

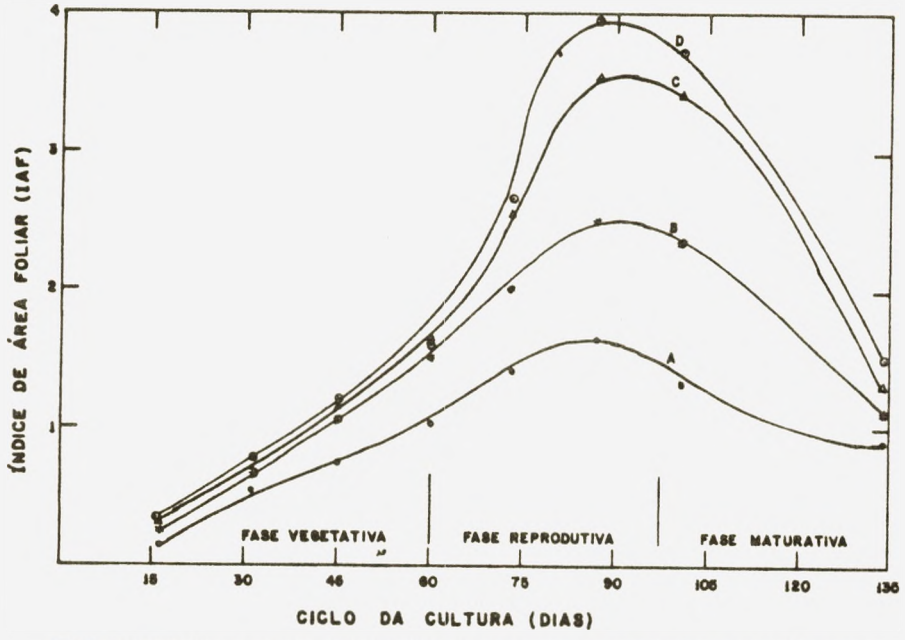


FIGURA 1: DESENVOLVIMENTO DO IAF DURANTE A FENOLOGIA DA CULTURA EM FUNÇÃO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO SOLO (0-50-100-150 kg/ha).

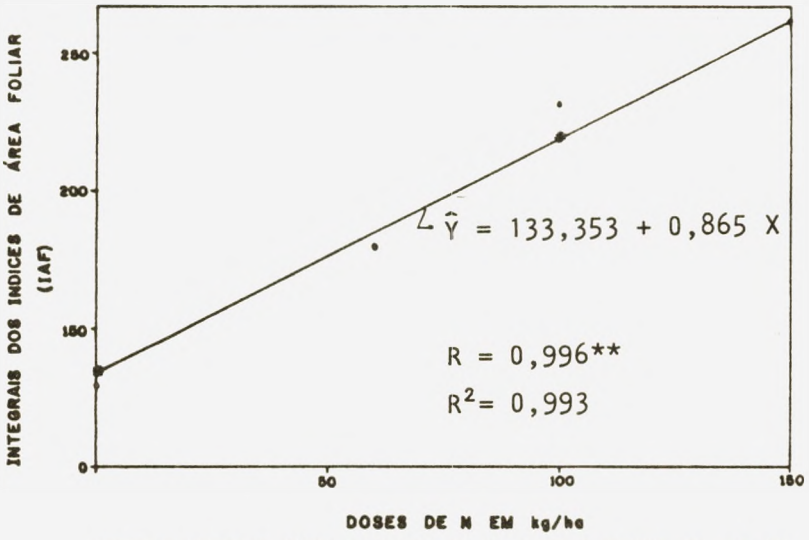


FIGURA 2: EFEITO DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DO IAF DO ARROZ.

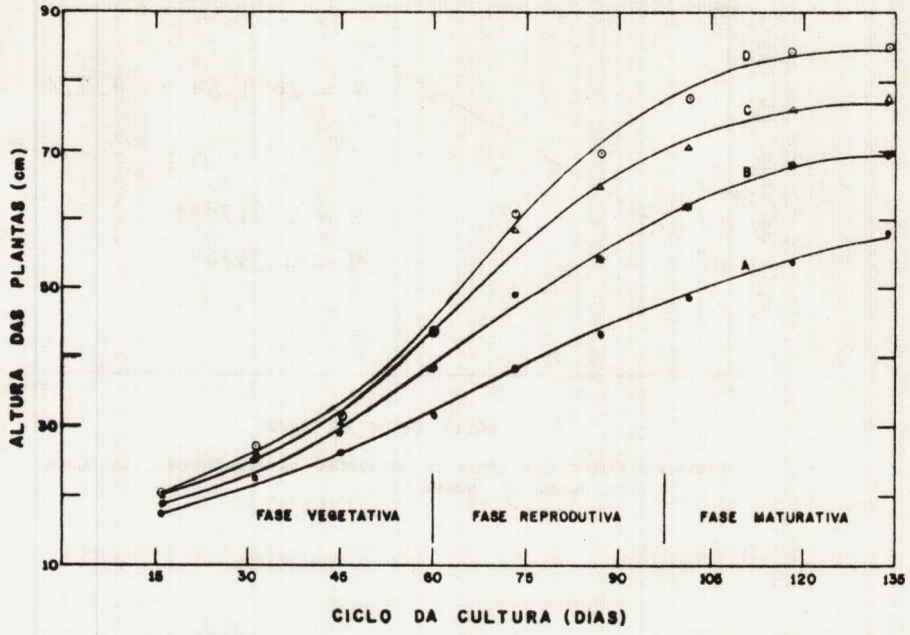


FIGURA 3: CRESCIMENTO DAS PLANTAS DURANTE A FENOLOGIA DA CULTURA PARA OS NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO SOLO (0-50-100-150 kg/ha)

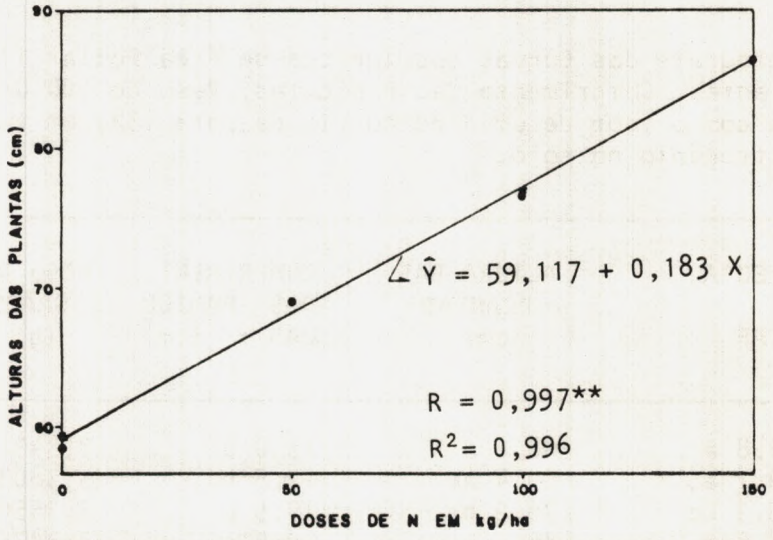


FIGURA 4: EFEITO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA ALTURA FINAL DAS PLANTAS DE ARROZ IRRIGADO.

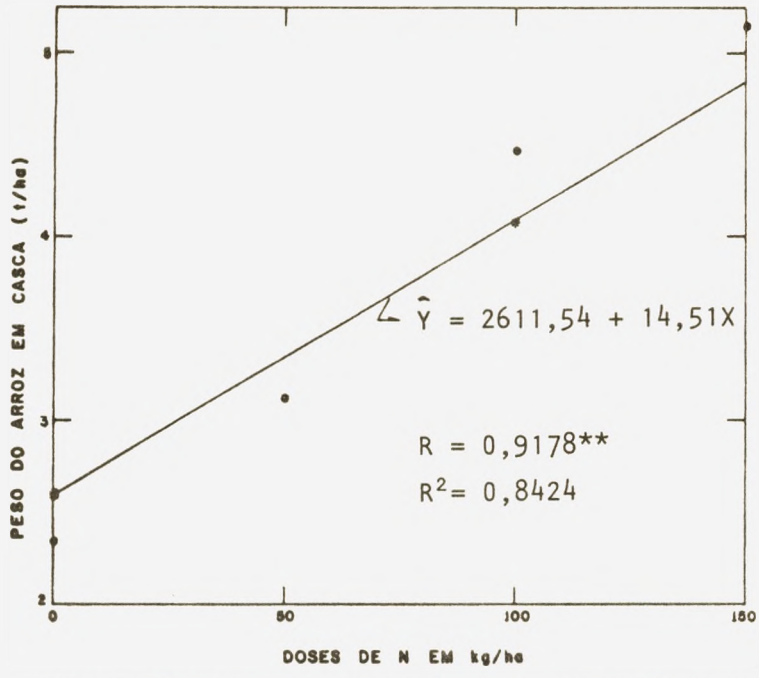


FIGURA 8 : EFEITO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM REGIME DE IRRIGAÇÃO.

O Quadro 1 compara, pelo teste de Tukey, as médias das integrais dos IAF das alturas, comprimento das panículas e produtividade, entre os tratamentos. Enquanto o Quadro 2 mostra a variação, de perfilhos/m^2, panículas/m^2, perfilhos efetivos (%), grãos cheios/panícula e esterilidade dos grãos, entre os tratamentos.

QUADRO 1 - Integrais das Curvas dos Índices de Área Foliar (IAF), Altura das Plantas, Comprimento das Panículas, Peso de 100 Grãos e Produção kg/ha com o teor de umidade corrigida para 13%, em função dos níveis de nitrogênio no solo.

NÍVEIS N	INTEGRAL IAF	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	COMPRIMENTO DAS PANÍCULAS - (cm)	PESO DOS GRÃOS (g)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
0	129,8 a	58,6 a	15,0 a	3,3431 a	2350 a
50	179,1 ab	69,4 ab	17,5 b	3,3803 a	3124 ab
100	225,3 bc	76,9 b	19,5 c	3,3556 a	4480 bc
150	258,6 c	86 b	20,0 c	3,3875 a	5135 c

Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 2 - Número de Perfilhos/m^2, Panículas/m^2, Índice de Perfilhos Efetivos (PE), Grãos Cheios/Panícula e Esterilidade dos Grãos em Função dos Níveis de Nitrogênio no Solo.

NÍVEIS DE N	PERFILHO POR m^2	PANÍCULAS POR m^2	PE %	Nº DE GRÃOS CHEIOS/PANÍCULA	ESTERILIDADE DOS GRÃOS - %
0	240,5	224,5	93,3	58,6	3,2
50	286,2	268,5	93,8	53,3	3,2
100	276,5	266,5	96,4	70,0	4,1
150	289,5	273,5	94,5	80,3	7,1

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram extrair as seguintes conclusões:

1. Os resultados de produtividade, integrais dos Índices de Área Foliar (IAF), altura das plantas e comprimento das panículas, apresentaram diferença significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos. Para todos estes componentes, o nitrogênio proporcionou efeito linear, com exceção do comprimento das panículas que teve efeito quadrático, sendo que para os valores de produtividade, o efeito linear participou com 85%, o quadrático com 10% e o cúbico com 5%. O peso médio de 100 grãos não apresentou resultados significativos para as doses crescentes de nitrogênio (0 - 50 - 100 - 150 kg/ha).

2. Durante a fenologia da cultura o IAF variou de: 0,18 a 1,33; de 0,18 a 2,54; 0,28 a 3,55 e de 0,28 a 3,97, altura das plantas de: 58, 70, 77 e 86cm, peso médio de 100 grãos foi de 3,61 gramas, perfilhos/m^2 variou de: 240, 286, 276 e 289, perfilhos efetivos de: 93, 94, 96 e 95%. Grãos cheios/panícula de: 59, 53, 70 e 80, esterilidade dos grãos de: 3,2; 3,2; 4,1 e 7,1% e a produtividade do arroz em casca com teor de umidade corrigido para 13% variou de: 2350, 3124, 4480 e 5135 kg/ha, respectivamente, para as doses crescentes de nitrogênio (0 - 50 - 100 - 150 kg/ha).

LITERATURA CITADA

CARVALHO, H.W.L. de, OLIVEIRA; F.A. de, CALDAS; R.C. & LIMA, A.N. *Efeitos de Diferentes Níveis de Nitrogênio, Fósforo e Densidade de Plantio na Produção de Arroz Irrigado*. Barreiras. EMBRAPA/UEPAE, 1978, p. 11 (EMBRAPA/UEPAE, Comunicando Técnico, 2).

DINIZ, Jailton de Almeida; BRANDÃO, S.S.; GUIDICE, R.M.; Del, SEDIYAMA, C.S.; LOUREIRO, B.T. Comportamento de variedades de arroz, em terras altas, sob regime de irrigação por asperação e em diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Experimentiae*, Viçosa, 22 (10): 235-62. 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiania-GO. *Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz*, Goiania. 1977. p. 106.

GOMEZ, Kwanchai, A. *Technignes for Field Experiments With Rice*. Laguna Philippines. The international Rice Reserarch Institute, 1972. p. 45.

HARGREAVES, G.H. *Climatic Zoning for Agricultural Production in Nostheast Brazil*. Logan, Utal State University, 1974. p. 6.

PASSOS, Sebastian, M. *Principais Culturas*. Campina, SP, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. Vol. 1 p. 128-9.

PROGNÓSTICO DE CHUVA PARA O MUNICÍPIO DE ALAGOA NOVA - PB*

E.A. Borges**
B. Fernandez***
J. Felinto ****

RESUMO

O presente trabalho teve como finalidade determinar probabilidades mensais de chuva para o município de Alagoa Nova, Paraíba. Aliás, baseados em valores do índice de disponibilidade de água para cada um dos doze meses do ano, estimou-se a disponibilidade mensal de água para as culturas e se efetuou a classificação climática e de produtividade da área.

Os resultados deste trabalho assinalam que Alagoa Nova apresenta uma distribuição muito irregular da precipitação total anual. Com efeito, 70% das chuvas totais se concentram em 5 meses do ano (março, abril, maio, junho e julho). Uma análise dos dados de precipitação ao nível de 75% permite concluir que há 6 meses (março, abril, maio, junho, julho e agosto) com lâminas de chuva superiores a 40mm. A essa percentagem de probabilidade, os meses mais chuvosas são maio e junho, com 164mm ou mais e 92 mm ou mais, respectivamente. Durante os seis meses já citados (março a agosto) o valor do IDA ultrapassa 0,33, o que significa que é possível manter culturas sem grande riscos de fracasso por falta de água, se se planeja adequadamente a época de semeadura.

Devido haver culturas atualmente adaptadas à região, que quando plantadas tarde são severamente atacadas por agentes patógenos, recomenda-se a adoção de variedades resistentes às doenças que afetam essas culturas nos ambientes úmidos, o que permitiria atrasar a época de semeadura para o período compreendido entre 15 de abril e 15 de maio e efetuar a colheita ao final de julho e começo de agosto. Isto evitaria perdas consideráveis, derivadas de uma colheita feita numa época de alta pluviosidade.

A classificação climática e de produtividade indica que o clima de Alagoa Nova é "úmido-seco" (5 ou mais meses com valores do IDA de 0,34 ou superiores) o que lhe permite manter, sob condições de sequeiro, culturas que requerem bom nível de umidade durante 5 ou mais meses.

SUMMARY

Monthly precipitation probabilities were computed for the município of Alagoa Nova, P. In addition, from values of the moisture availability indez (MAI), the climatic and productivity classifications of the area were done.

The analysis of average rainfall data indicated that precipitation distribution throughout the year is very uneven. In fact, 70% of the total annual rainfall fall on 5 months of the year, from march to july. The rainier months are may and june

---

(*) Colaboração do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA - UFPb

(**) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA - UFPb.

(***) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA - UFPb.

(****) Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba.

164 and 157mm, respectively. At 75% probability level the expected amounts of precipitation exceed 40mm during 6 month (march to august) and the MAI values are higher than 0,33. This means that in Alagoa Nova is possible to grow crops without too much risk of failure due to drought if planting dates are adequately planned.

Because of certain crops, usually reised in this area, are severely attacked by pathogens when planted late in the season (high humidity), it is recommended to introduce deseases resistante varieties in order to delay planting to dates ranging from april 15 to may 15. This would allow to do harvest during a period of the year when precipitation is not a limiting factor neither for quality nor for quantity of the final products.

INTRODUÇÃO

O eficaz aproveitamento dos recursos hidrológicos de um país é de vital importância para a sua economia como também para o bem-estar da comunidade. Em virtude de que uma parte importante desses recursos provém da chuva, resulta evidente que a aplicação racional da informação meteorológico disponível constitui um dos fatores essenciais da produção agro-pecuária.

Naquelas regiões que não dispõem, em certos períodos do ano, de quantidade suficiente de chuva, torna-se prioritário planejar a agricultura para minimizar o desequilíbrio entre a água recebida, através da precipitação, e as demandas evapotranspirativas da atmosfera.

FERNANDES (1978) enfatiza a necessidade, naquelas áreas onde a água é um dos fatores limitantes da produção, de realizar pesquisas destinadas a quantificar as relações entre as funções de resposta das culturas ao "status" de água do solo e a atividade da raiz, estágios fenológicos e fisiológicos do crescimento das plantas, balanços de água e de energia. Em razão de que os princípios biológicos em que se baseiam ditas relações são conhecidas, as informações obtidas mediante esses experimentos contribuirão a um uso mais eficiente da água disponível e, portanto, a aumentar a produção de alimentos. MILLAR (1976), por outro lado, afirma que a planta apresenta certos períodos conhecidos como críticos nos quais a falta de água produz uma redução pronunciada nos rendimentos das culturas.

Em regiões de limitada disponibilidade de água, o conhecimento probabilístico de lâminas de precipitação, pode-se usar para economiar água de irrigação só menejando a época de semeadura, de forma a fazer coincidir o período crítico da cultura com aquele período do calendário que apresenta mais de 75% de probabilidade (2,5 anos em 10 de receber uma quantidade inferior) de receber uma precipitação equivalente a uma rega. De igual maneira, na agricultura não irrigada, que depende apenas de pluviometria da área, uma programação da época de plantação, baseada prognóstico de chuva, permitirá que a cultura receba uma quantidade adequada de precipitação durante os seus períodos mais críticos ao déficit de água.

Visando minimizar os riscos que, comumente, apresenta a agricultura não irrigada, realizou-se um estudo que teve por finalidade estimar probabilidades mensais de chuva e índices de disponibilidade de água no município de Alagoa Nova, que permitam fazer um uso mais racional e eficiente da água do solo durante o período de crescimento das culturas.

A metodologia usada é uma das mais simplificadas, já que existem outros procedimentos mais elaborados (BARGER *et alii*, 1959; SHAW *et alii*, 1960; LIU, 1977).

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área

Localização: Alagoa Nova está localizada na bacia do Mamanguape, a 7° 03' 56" de latitude sul e 35°4' 00" de longitude oeste e a uma altitude de 500 m acima do nível do mar. O código da estação de onde foram obtidos os dados de precipitação é P 5-2-A - Alagoa Nova.

Solos: Segundo JACOMINE (1972) os solos mais representativos do Município, correspondem à associação Podzólico Vermelho Amarelho equivalente eutrófico com A proeminente, textura argilosa, fase florestada sub-caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

Clima*: A classificação climática de Alagoa Nova é B_1 r A' a' que corresponde a clima úmido com pouca deficiência de umidade, megatérmico, com pequena variação de temperatura (THORTHWAITE, 1948). A precipitação média anual é de 1.024mm**. O mês mais seco é outubro, com 16mm e o mais úmido é maio, com 164 mm. A temperatura média anual é de 23,24°C. O valor mais alto corresponde a fevereiro (24,68°C) e o menor é julho (21,63°C). A umidade relativa do ar é alta durante todo o ano, variando entre 75% (novembro) e 87% nos meses de junho e julho. A média é de 80%.

Metodologia

Probabilidade de Chuva: O método de prognósticos de chuva utilizado neste estudo corresponde ao descrito por AGUILLAR e ARIAS (1973), que calcula a probabilidade de ocorrência de uma quantidade de preciapitação mediante a seguinte relação:

$$F = \frac{M}{N + 1} \times (100) \qquad (1)$$

onde:

F = Probabilidade (%) **N** o número de valores de precipitação (número de anos) e **M** é o número de ordem atribuído aos valores de precipitação em forma decrescente.

Em continuação, apresenta-se, com detalhes, a metodologia utilizada.

a) Os **N** valores de precipitação mensal se arranjam em ordem decrescente

b) Determina-se, para cada valor, a probabilidade de ser superado ou igualado, mediante a fórmula (1).

c) Em papel de probabilidade, apresenta-se, graficamente, a precipitação (P) na ordenada e a percentagem de probabilidade (F) na abscissa

d) Quando plotados os valores de P e F, traça-se uma linha reta compensadora, que permite obter valores adicionais por extrapolação.

Um método estatístico simples, usa-se para traçar a reta através dos pontos. Para isto, calcula-se a média (Y) dos valores de precipitação e o desvio padrão (σ), o que permite definir três pontos no gráfico e, portanto, traçar a reta matemática compensada. Deste modo, obtém-se:

Y = Média aritmética dos N dados de precipitação. Estatiscamente, corresponde a 50% de probabilidade.

(*) Com exceção da precipitação, os dados climáticos apresentados correspondem à Estação Meteorológica da Escola de Agronomia, UFPb, em Areia, a 12 km de Alagoa Nova, em linha reta.

(**) Dados de anos (1912 - 1958)

$Y + \sigma$ = Média mais o desvio padrão (84,15%) de probabilidade

$Y - \sigma$ = Média menos o desvio padrão (15,85%) de probabilidade

Disponibilidade de Água e Classificação Climática e da Produtividade

A disponibilidade de água para as culturas e a classificação climática e de produtividade em Alagoa Nova, foram estimadas segundo a metodologia de HARGREAVES (1976), que utiliza o valor do índice de disponibilidade de água (IDA) como critério básico para estabelecer o "status" de água do solo, o clima da localidade e sua provável produtividade. O autor define índice de disponibilidade de água como sendo a relação entre chuva dependente (75% de probabilidade) e evapotranspiração potencial (ET_p) de culturas.

Nos Quadros 1 e 2 se apresentam as relações entre os valores mensais do IDA e a disponibilidade de água e a classificação climática e de produtividade estabelecida por HARGREAVES (1976) para a região do Nordeste do Brasil.

QUADRO 1 - Relação entre Valores Mensais do IDA e a Disponibilidade de Água

VALORES DO IDA	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA
0,00 - 0,33	Muito deficiente
0,34 - 0,67	Moderadamente deficiente
0,68 - 1,00	Ligeiramente deficiente
1,01 - 1,33	Adequada
> 1,34	Excessiva

QUADRO 2 - Classificação Climática e de Produtividade, Baseadas em Valores do IDA

VALORES DO IDA	Nº DE MESES	CLIMA	PRODUTIVIDADE
0,00 - 0,33	Todos	Muito árido	Inadequado para agricultura seca
0,34 ou mais	1 a 2	Árido	Limitada adequabilidade para agricultura seca
0,34 ou mais	3 a 4	Semi-árido	Possível para cultivo em sequeiro de culturas com 3 a 4 meses de ciclo
0,34 ou mais	5 ou mais consecutivos	Úmido-seco	Possível (em sequeiro) para culturas que requerem bom nível de umidade durante 5 ou mais meses

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Probabilidade de Chuva

Nas Figuras 1 e 2 se apresentam as probabilidades de ocorrência de diversas lâminas de chuva (mm) para os 12 meses do ano em Alagoa Nova. A partir das

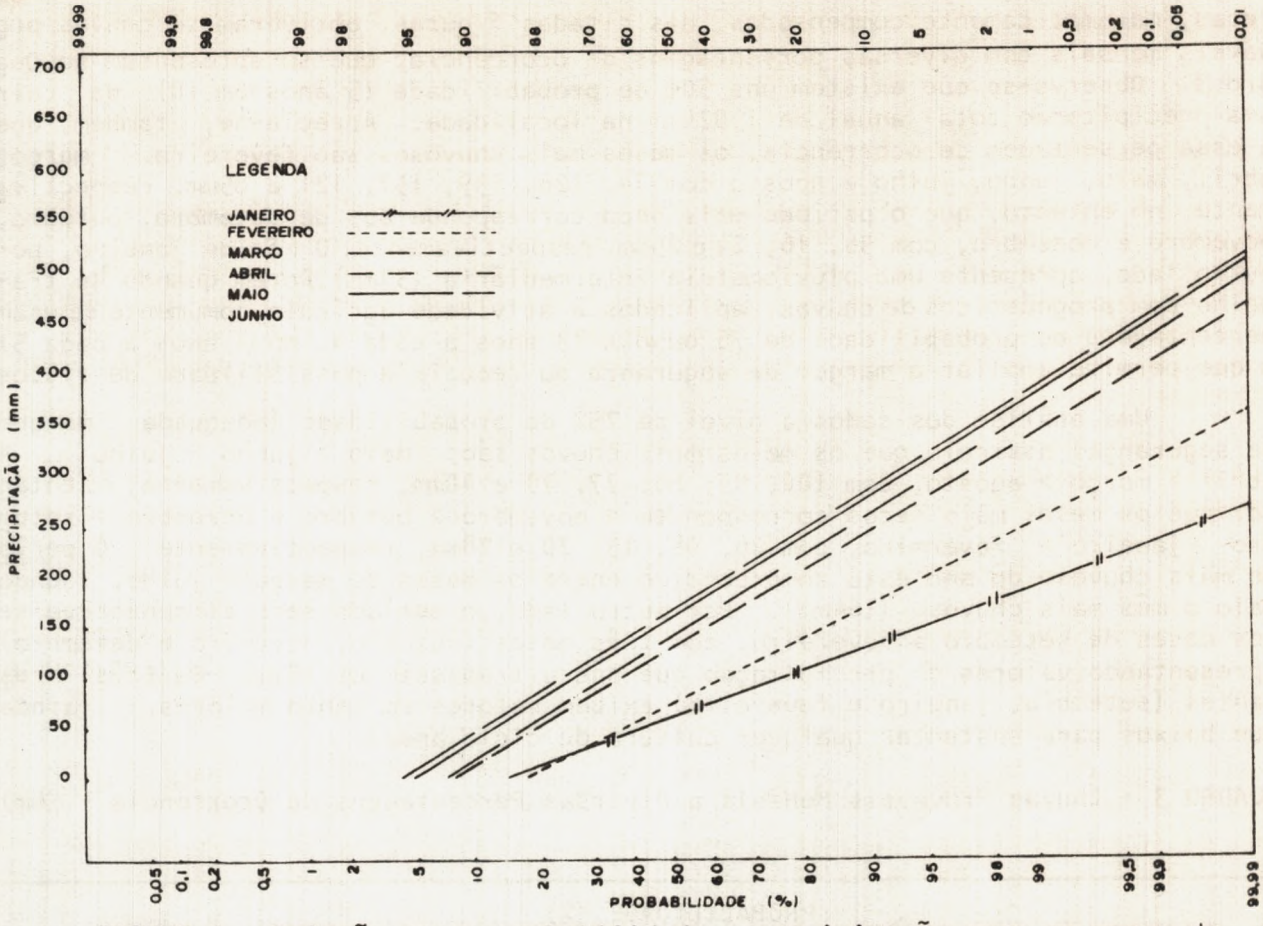


FIGURA 1 - Relação entre probabilidade e precipitação para os meses de Janeiro a Junho no municipio de Alagoa Nova - Pb.

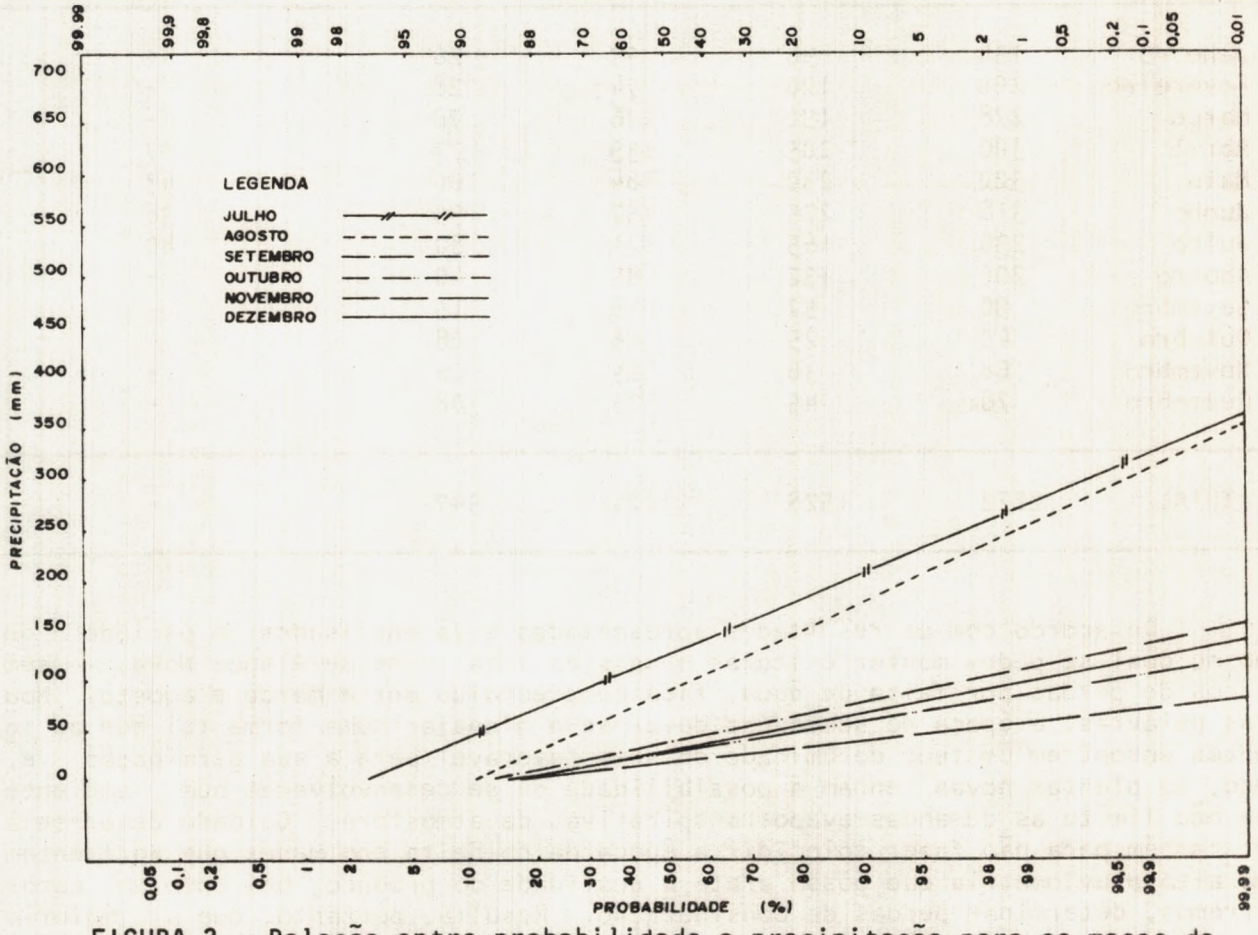


FIGURA 2 - Relação entre probabilidade e precipitação para os meses de Julho a Dezembro no municipio de Alagoa Nova - Pb.

retas, matematicamente compensadas, das citadas figuras, obtiveram-se chuvas prováveis mensais com diversas persentagens de ocorrência, que se apresentam no Quadro 3. Observa-se que existem uns 50% de probabilidade (5 anos em 10) de cair uma precipitação total anual de 1.024mm na localidade. Aprecia-se, também, que a essa persentagem de ocorrência, os meses mais chuvosos são fevereiro, março, abril, maio, junho, julho e agosto com 74, 126, 139, 157, 121 e 85mm, respectivamente; no entanto, que o período mais seco corresponde aos de setembro, outubro, novembro e dezembro, com 36, 16, 24 e 25mm, respectivamente. O mês de janeiro, por outro lado, apresenta uma pluviometria intermediária (57mm). Porém quando se trabalho com prognósticos de chuvas, aplicados à atividade agrícola, comumente se usam percentagens de probabilidade de 75 ou 80% (3 anos a cada 4, ou 4 anos a cada 5) o que permite ampliar a margem de segurança ou reduzir a possibilidade de riscos

Uma análisè dos dados a nível de 75% de probabilidade (adequada margem de segurança) assinala que os meses mais chuvos são: maio > junho > julho > abril > março > agosto, com 100, 95, 80, 77, 70 e 40mm, respectivamente; no entanto, que os meses mais secos correspondem a novembro > outubro e dezembro > setembro > janeiro > fevereiro, com 06, 08, 15, 20 e 28mm, respectivamente. O período mais chuvoso do ano está compreendido entre os meses de março e julho, sendo maio o mês mais chuvoso (164mm). Por outro lado, o período seco circunscreve-se aos meses de setembro a fevereiro, com três meses (outubro, novembro e dezembro) apresentando valores de precipitação que não ultrapassam os 10mm. Os três restantes (setembro, janeiro e fevereiro) exibem valores um tanto maiores, ainda que baixos para sustentar qualquer cultura de ciclo anual.

QUADRO 3 - Chuvas Prováveis Mensais a Diversas Percentagens de Ocorrência - (mm)

MÊS	PROBABILIDADE (%)				
	5,0	25	50	75	90
Janeiro	150	98	57	20	-
Fevereiro	200	120	74	28	-
Março	278	190	126	70	-
Abril	300	205	139	77	17
Maio	320	230	164	100	43
Junho	318	225	157	95	38
Julho	230	165	121	80	40
Agosto	200	132	85	40	-
Setembro	90	57	36	15	-
Outubro	40	25	16	08	-
Novembro	68	36	24	06	-
Dezembro	78	45	25	08	-
TOTAL	2272	1528	1024	547	-

De acordo com os resultados apresentados e já analisados, o período do ano no qual se podem manter culturas anuais na localidade de Alagoa Nova, sem riscos de perdas por falta de água, fica compreendido entre março e agosto. Noutras palavras, a época de semeadura dever-se-á planejar numa forma tal que as sementes encontrem um teor de umidade do solo favorável para a sua germinação e, logo, as plantas novas tenham a possibilidade de se desenvolverem num ambiente que não limite as demandas evapotranspirativas da atmosfera. Cuidado dever-se-á ter também para não fazer coincidir a época da colheita com meses que apresentam uma alta pluviometria que possa afeta a qualidade do produto, bem como em casos extremos, determinar perdas de consideração. Resulta, portanto, que a maioria das culturas adaptadas à localidade (milho, feijão macaçar etc) poderiam ser plantadas no período compreendido entre 15 de abril e 15 de maio para efetuar a

colheita ao final de julho e começo de agosto. Desta forma, as culturas não estariam carentes de água durante os estágios fenológicos mais críticos à falta de água (crescimento vegetatito e floração) nem teriam problemas de excesso de chuva durante a colheita. O caso do feijão, que se cultiva na zona do Brejo paraibano, merece consideração especial. É sabido que as variedades usadas nessa região não prosperam bem quando plantadas nos meses de abril e maio, devido às condições de umidade do solo e, em geral, do meio, favorecem o desenvolvimento de agentes patógenos que atacam severamente as plântulas, determinando sua morte prematura. Daí, então, que, apesar dos riscos que significa o plantio cedo da variedade do feijão atualmente em uso, em virtude de que a colheita é feita sob condições de alta precipitação, não seja conveniente adiar a época da semeadura, além do mês de março. Não obstante, o emprego de variedades resistentes às doenças que afetam as plantas durante os seus primeiros estágios de crescimento, permitiria uma maior flexibilidade na época de plantação.

Segundo comunicação pessoal do Prof. Edvaldo Mesquita Beltrão, do Departamento de Fitotecnia da Escola de Agronomia - Campus III - Areia-PB, atualmente se está testando novas variedades com a finalidade de se encontrar aquela(s) que seja(m) mais resistente(s) ao ataque de agentes patógenos, ocasionado pelas condições de alta umidade, prevalecentes nos meses de inverno na zona do Brejo

BIBLIOTECA CAMPUS VII - PATOS - PB

Disponibilidade de Água e Classificação Climática e de Produtividade

No Quadro 4 se apresentam os dados de precipitação dependente (75% de probabilidade) evaporação do tanque classe AUSWB x 0,8 (Et x 0,8) e valores do índice de disponibilidade de água de Alagoa Nova. Apreciam-se os valores do IDA que ultrapassam 0,33 durante seis meses, ou seja, com disponibilidade de água no solo, acima de moderamente deficiente, e outros seis com valores menores de 0,33 isto é, com disponibilidade de água muito deficiente. HARGREAVES (1976) tem classificado o "status" de água do solo baseado nos valores do IDA (Ver Quadro I de Materiais e Métodos). Em acordo com essa classificação, e os dados do Quadro 4, em Alagoa Nova há seis meses (janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro) com valores do IDA inferiores a 0,33, ou seja, com disponibilidade - de água insuficiente; um mês (agosto) com valor do IDA entre 0,34 e 0,67, isto é, com disponibilidade de água moderadamente deficiente; dois (março e abril) apresentando IDA entre 0,68 e 1,00, o que significa um teor de umidade ligeiramente deficiente; um (julho) com IDA entre 1,01 e 1,33, o que equivale a um teor de água adequado e, finalmente, dois meses (maio e junho) mostrando os valores do IDA superiores a 1,34, isto é, com quantidade excessiva de água.

HARGREAVES (1976) afirma que numa área onde os valores do IDA ultrapassam 0,33 para 3 ou 4 meses do ano, é possível manter culturas, sem muito risco de fracasso, devido à falta de água. Segundo esse critério, Alagoa Nova apresenta condições, como de fato ocorre, para estabelecer culturas, já que apresenta 6 meses com valores do IDA que superam 0,33. Só será preciso, para obter os melhores resultados, planejar a época de cultivo fazendo coincidir os estágios fenológicos mais críticos das culturas, principalmente floração, com aquele período do calendário com disponibilidade de água adequada, e a colheita com um mês que

QUADRO 4 - Valores de Precipitação Dependente (75% Probabilidade) Evapotranspiração Potencial e Índice de Disponibilidade de Água

MÊS	PRECIPITAÇÃO DEPENDENTE (75%) - PROBABILIDADE	$E_t \times 0,8$	IDA
Janeiro	20	107,14	0,19
Fevereiro	28	118,65	0,24
Março	70	101,68	0,69
Abril	77	96,64	0,83
Maio	101	74,40	1,36
Junho	95	63,60	1,49
Julho	80	69,74	1,15
Agosto	40	83,82	0,48
Setembro	15	101,28	0,15
Outubro	08	115,32	0,07
Novembro	06	131,04	0,05
Dezembro	08	127,22	0,06

ofereça condições de umidade que permitam realizar esta operação sem afetar a qualidade do produto e, eventualmente, sua perda parcial ou total. A análise de classificação climática e de produtividade de HARGREAVES (1976) para a região Nordeste do Brasil, que se apresenta no Quadro 2 de Materiais e Métodos, e dos valores do IDA para os diferentes meses do ano (Quadro 4), assinalam que o clima de Alagoa Nova corresponde à classificação de "úmido-seco" (5 ou mais meses com valores do IDA de 0,34 ou mais), o que lhe permite, também, a possibilidade de manter, sob condições de sequeiro, culturas que requerem bom nível de umidade durante 5 ou mais meses.

Probabilidade de Receber Quantidades Específicas de Chuva

Uma outra forma de analisar os dados de precipitação consiste em estimar a probabilidade de receber lâminas especificadas de chuva (SNIDER et alii, 1968) . No Quadro 5 apresentam-se as probabilidades de receber quantidades de chuva de 40mm ou menos, e maiores que 40, 80, 120, 160, 200, 240 e 280mm. Observa-se, em primeiro lugar, que o mês mais crítico é outubro, no qual a probabilidade de receber uma chuva maior de 40mm é extremamente baixa (6 anos em 100). Logo depois vêm os meses de setembro, novembro e dezembro, com probabilidade de 44, 24 e 28% respectivamente, nos mes de outubro é insuficiente para fornecer, ao solo, condições de umidade que permitam o desenvolvimento de culturas anuais. Os meses de janeiro e fevereiro, por sua vez, apresentam maiores probabilidades (64 e de 66%, respectivamente) de receber lâminas de precipitação moderadamente deficientes. Porém, as altas demandas evapotranspirativas desses meses limitam severamente a implantação de qualquer cultura. Finalmente, os meses de março a agosto são os que possuem as mais altas chances de fornecer chuvas adequadas para desenvolver a atividade agrícola sem riscos de fracasso por falta de água. Para alcançar os melhores resultados, será preciso planejar, durante estes meses, o calendário agrícola, de maneira a fazer coincidir a época da colheita com aquele período que apresenta um regime pluviométrico que não afete a qualidade do produto nem a sua quantidade.

QUADRO 5 - Percentagem de Probabilidade de receber Quantidades Especificadas de Precipitação, durante os Diversos Meses do Ano, em Alagoa Nova - PB

MÊS	PRECIPITAÇÃO - mm						
	40 ou Menos	MAIOR QUE					
		40	80	120	160	200	240	280
	PROBABILIDADE %						
Março	16	84	70	54	36	22	11	
Abril	15	85	74	58	42	28	15	
Maio	09	91	82	68	52	36	28	11
Junho	10	90	80	66	50	34	20	
Julho	10	90	74	52	28	11		
Agosto	26	74	52	32	14			
Setembro	56	44						
Outubro	94						10% E	
Novembro	76	24					MENOS	
Dezembro	72	28						
Janeiro	36	64	36	13				
Fevereiro	34	66	48	28	14			

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo de prognósticos de chuva, permitem exprimir as seguintes conclusões:

1. A distribuição da precipitação em Alagoa Nova é bastante irregular. Com efeito, observa-se que 69% da chuva total anual cai durante 5 meses (março a julho). Dos 7 meses restantes, há 3 (janeiro, fevereiro e agosto) com precipitações equivalentes a 22% do total, e 4 (setembro a dezembro) com 9%.

2. Existem 75% de probabilidade de receber mais de 40mm durante 6 meses (março, abril, maio, junho, julho e agosto), o que equivale a valores do IDA superiores a 0,33 em 6 meses continuados. Isto significa que em Alagoa Nova é possível manter culturas, sem grandes riscos de fracasso, por falta de água, se se planeja adequadamente a época de semeadura.

3. Devido à existência de culturas atualmente em uso na localidade, que são severamente atacadas por agentes patógenos quando se atrasa a época de plantação, recomenda-se a adoção de variedades resistentes às doenças mais comuns e daninas. Isto permitiria plantar entre 15 de abril e 15 de maio para efetuar a colheita ao final de julho e começo de agosto. Durante esse período as culturas não sofreriam por falta de água nos seus estágios fenológicos críticos, nem se produziriam perdas de consideração derivadas de uma colheita feita numa época de alta pluviosidade.

4. A classificação climática e de produtividade assinala que o clima de Alagoa Nova corresponde à classificação climática de "úmico-seco" (5 ou mais meses com valores do IDA de 0,34 ou superiores), o que lhe permite manter, sob condições de sequeiros, culturas que requerem bom nível de umidade durante 5 ou mais meses.

LITERATURA CITADA

AGUILLAR, D.J. e ARIAS, P.E. *Prognóstico de Lluvias; Método de la Curva de Variación Estacional*. Chile, Univ. de Concepición. Escuela de Agronomia, 1973 20 p. *(Boletim Técnico, 44)*

BARGER, G.L. et alii. *Gama Distribution Parameters from 2-and 3-Week Precipitation Totals in the North Central Region of the United States*. Iowa, University of Science and Technology, AMES IOWA, 1959. 183 p.

FERNANDEZ, M.B. *Relação Solo-Água-Planta*. Areia, Escola de Agronomia, 1978. 209 p. (Mimiografada).

HARGREAVES, G.H. *Manual de Requerimento de Água para Culturas Irrigadas e Agricultura Seca*. Utah State University, 1976.

JACOMINE, P.K.T. et alii. *Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba*. Recife, MA/DNPEA/SUDENE/DRN, 1972. 683 p.

LIU, WILLIAM, T. *Comparison of Erop-Climatic Environment for Four Locations in rhe North - East Brasil*. Petrolina, IICA/EMBRAPA, 1977. p. 1-8.

MILLAR, A.A. *Uso de Alguns Métodos e Resultados de Pesquisas de Irrigação em Programas de Pesquisas para as Áreas de Sequeiro*. Programa das N.U. para o desenvolvimento PNUO-FAO-PROJETO BRA/76/008. Petrolina, Pe. 23 p.

SHAW, R.H. et alii. *Precipitation Probabilities in the North Central States*. University of Missouri Bulletin, 1960. 753 p.

SNIDER, A.E.; A. BAUER, & E.B. NORUM. *Growing season precipitation probabilities in North Dakota*. North Dakota State University - Dept. Soils, 1968. 27 p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geo Rev*. 38: 55-94. 1948.

EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO NUM SOLO COM PROBLEMAS DE SÓDIO SOBRE A PRODUÇÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE ARROZ*

M.J. da Silva**
A.A. Millar***
S. Bernardo****
J.M. Braga
A.R. Condé*****

RESUMO

Num solo com problemas de sódio, estudou-se o efeito de quatro métodos de recuperação e dois sistemas de preparo do solo sobre a produção e componentes de produção do arroz. Os sistemas de preparo do solo foram o tradicional e uma subsolagem a 50 cm de profundidade + o tradicional. Os métodos de recuperação foram os seguintes: i) Lavagem (100mm semanais); ii) Lavagem + Matéria Orgânica (10 t/ha, esterco de curral); iii) Lavagem + Gesso (15 t/ha) e iv) Lavagem + Gesso + Matéria Orgânica.

A lavagem com subsolagem resultou em produção de grãos mais elevada dentro dos dois sistemas de preparo do solo. O número de perfilhos por m^2 não foi afetado pelo preparo do solo, obtendo-se maior número quando se incorporou gesso ao solo. O número de espiguetas por panícula aumentou com a lavagem e a Lavagem + Matéria Orgânica no tratamento de subsolagem. Os maiores pesos de panículas foram obtidos quando se aplicou gesso não sendo afetados pelos sistemas de preparo do solo.

SUMMARY

The effect of four reclamation methods and two tillage treatments on the production and yield components of rice was studied in an alluvial soil with sodium problems. The tillage treatments consisted of traditional plowing and grading, and subsoiling plus traditional plowing and grading. The four reclamation methods were: i) water leaching (100mm per week); ii) water leaching + manure (10 t/ha); iii) water leaching + gypsum (15 t/ha) and iv) water leaching + manure + gypsum.

Subsoiling plus water leaching increased grain yield in both tillage treatments. Tiller number per m^2 was not affected by tillage, being highest when gypsum was applied. Under subsoiling, spikelet number per spike increased in both water leaching and water leaching plus manure. The highest spike weights werw obtained when gypsum was applied, but they were not affected by tillage.

(*) Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal de Viçosa para a obtenção do grau "Magister Scientiae." Contribuição do Convênio DNOCS/SUDENE/EMBRAPA

(**) Engenheiro Agrônomo M,S., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, CNPA/EMBRAPA, Campina Grande - PB

(***) Engº Agrônomo Ph.D., Especialista em Tecnologia de Irrigação do IICA, Técnico residente do Convênio IICA/CODEVASF

(****) Engº Agrônomo Ph.D., Prof. da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG Especialista em Irrigação

(*****) Engenheiro Agrônomo da universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG

INTRODUÇÃO

Na região do "Polígono das Secas", a maioria dos perímetros de irrigação à exceção daqueles que apresentaram elevada pluviometria e boas condições de drenagem natural, é afetada pelos sais que provocam desde a diminuição nos rendimentos das culturas até o abandono das áreas exploradas (PIZARRO, 1976).

Nas poucas áreas irrigadas já existem problemas de salinização, como é o caso, entre outros, da bacia do Açude Cedro, no Ceará, de Petrolândia, em Pernambuco, e de São Gonçalo na Paraíba. Segundo dados recentes de CORDEIRO e MILLAR (1978), 24% das áreas em operação agrícola do Projeto de Irrigação de São Gonçalo estão afetados por sódio.

A recuperação desses solos é demorada e oneroso, principalmente quando se trata do processo de alcalinização, pois, além da lavagem do solo, que requer uma rede de drenagem bem feita, há necessidade da aplicação de corretivos, cujos preços elevados encarecem ainda mais o trabalho de recuperação. Para diminuir os custos da recuperação, é preciso definir práticas de manejo de solo e água, bem como selecionar culturas que permitam a utilização dos solos durante o período de recuperação. Um plano de pesquisa nesta área tem sido definido para o Nordeste do Brasil (MILLAR *et alii*, 1978).

A tolerância de certas culturas ao sal varia de espécie para espécie e com o tipo de sal presente. O arroz é uma cultura moderadamente tolerante ao sódio, podendo sobreviver até em solos com 20 - 40% de sódio trocável (ALLISON, 1964; DARGAN *et alii* 1974; PEARSON, 1959; PEARSON *et alii*, 1966; PEREIRA e SILVA, 1976). Contudo, não são bem conhecidas as relações entre métodos de recuperação e plantas tolerantes.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de dois sistemas de preparo do solo e quatro métodos de recuperação num solo com problemas de sódio sobre a produção e componentes da produção do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi executado no Campo Experimental do CPATSA/EMBRAPA, localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo do DNOCS, num solo com problemas de sódio.

O experimento foi em parcelas subdivididas, com 2 tipos de preparo do solo nas parcelas, dispostas em blocos ao acaso, com 4 métodos de recuperação nas subparcelas, em 4 repetições.

Tipos de Preparo do Solo

A - Preparo tradicional do solo (aração + gradagem)

B - Subsolagem a 50cm + preparo tradicional do solo

Métodos de Recuperação

A - Lavagem do solo

B - Gesso + Lavagem

C - Matéria Orgânica + Lavagem

D - Gesso + Matéria Orgânica + Lavagem

Ao redor da área experimental construíram-se valetas de drenagem com 80 cm de profundidade e 40cm de largura. A área experimental foi uniformemente preparada, tendo sido feitas duas arações e duas gradagens. A área com tratamento de subsolagem foi cortada em direções perpendiculares, a 50cm de profundidade, usando-se subsoladores com 40cm de espaçamento.

Nas duas áreas com diferentes preparos de solo, marcaram-se subparcelas de 4m x 4,2m. O gesso foi aplicado na dosagem de 15 t/ha, obtida com base na

porcentagem de sódio trocável e na capacidade de troca de cátions. A matéria orgânica foi aplicada sob a forma de esterco de curral (DRAWAN e MAHAJAN, 1968; PUTTASWAMYGOWDA e PRATT, 1973) na quantidade de 10 t/ha, sendo ambos incorporados, a 15cm de profundidade. A lavagem do solo consistiu em aplicações semanais de uma lâmina de água de 100mm, aplicada mediante o uso de um conjunto moto-bomba e de mangueiras plásticas para a distribuição.

Por ocasião da aplicação de gesso e matéria orgânica, foi feita uma adubação básica com 90 kg de P_2O_5/ha, na forma de superfosfato triplo. Uma adubação nitrogenada de 75 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, foi aplicada parceladamente, sendo 1/3 aplicado 8 dias após o plantio e os 2/3 restantes aos 33 e 61 dias, respectivamente, sendo ambos insumos aplicados a lanço.

No plantio usaram-se 80 kg de sementes/ha da variedade Dourado Precoce. Para o controle de ervas daninhas aplicou-se Stam F_{34} (Propanil), na dosagem de 10 l/ha, 30 dias após a emergência, segundo recomendações de FERREIRA e SANTOS, 1978.

Para avaliar a influência dos métodos de recuperação sobre a produção várias características da planta foram estudadas ao nível de unidade experimental, principalmente número de panículas por m^2, número de plantas por m^2, número de grãos cheios por panícula, peso de grãos, peso de panícula e número de espiguetas por panícula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos dados de produção de arroz com casca, em kg/ha, em função do preparo deo solo e dos métodos de recuperação com desdobramento da interação prepato do solo x método de recuperação, é apresentado no Quadro 1. Verificou-se diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para métodos de recuperação dentro de subsolagem.

QUADRO 1 - Resumo da Análise de Variância das Produções de Arroz em Casca, em kg por ha, obtidas em função do preparo do solo e dos quatro métodos de recuperação, com desdobramento da interação preparo do solo x métodos de recuperação.

F.V.	G.L.	Q.M.
Blocos	3	132.768,04
Preparo do Solo	1	715.193,05
Resíduo (a)	3	567.157,88
Métodos de Recuperação dentro da Subsolagem	3	**1.503.349,36
Métodos de Recuperação dentro do Tradicional	3	38.462,84
Resíduo (b)	17	224.335,08
Subparcelas	30	

(**) Significativo, ao nível de 1% de probabilidade

O Quadro 2 apresenta as médias da produção em casca, em kg/ha, em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo.

Com relação ao efeito dos métodos de recuperação do solo sobre a produção, na área subsolada, verificou-se que o maior resultado foi alcançado quando se aplicou a lavagem do solo. Os outros métodos não diferiram entre si. RASMUSSEN et alii (1972), ao estudarem o efeito da aplicação de gesso e da modificação do perfil do solo sobre a produção de sementes de alfalfa em solos sódicos, também observaram que as maiores produções foram alcançadas quando se praticou lavagem do solo + aração profunda a 90cm. Este é um resultado de grande importância

QUADRO 2 - Médias de Produção do Arroz em Casca, em kg/ha, em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo

Métodos de Recuperação	Subsolagem	Preparo Tradicional
Lavagem	3.239 a	1.958 a
Matéria Orgânica + Lavagem	2.433 b	2.085 a
Gesso + Matéria Orgânica + Lavagem	1.986 b	2.190 a
Gesso + Lavagem	1.898 b	2.126 a

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

prática, já que poderá permitir a utilização dos solos, com produções razoáveis, somente fazendo uma subsolagem da área com problemas de sódio. Na área que foi preparada tradicionalmente não houve diferença quanto aos métodos de recuperação. Determinações químicas no perfil do solo, antes e após 4 meses de implantados os diferentes tratamentos, mostraram que não houve variações apreciáveis nas características químicas do perfil do solo. O melhor resultado da área subsolada se deve, provavelmente, às maiores facilidades de aeração e absorção de água e de nutrientes, provocadas pelas melhores condições físicas.

O resumo da análise de variância dos dados do número de perfilhos por m^2 é apresentado no Quadro 3. Verificou-se efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade, para os métodos de recuperação, não havendo significância para preparo do solo nem para a interação preparo do solo x métodos de recuperação. As médias do número de perfilhos por m^2, em função dos métodos de recuperação, são apresentadas no Quadro 4. As médias, em função dos sistemas de preparo do solo, encontram-se no Quadro 5.

O resumo da análise de variância dos dados de número de panículas por m^2 é apresentado no Quadro 3. Verificou-se que não houve efeito significativo para preparo do solo, métodos de recuperação e interação entre esses fatores. As médias do número de panículas por m^2, em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo, são apresentados nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

O resumo da análise de variância dos dados de número de espiguetas por panícula é apresentado no Quadro 3. Verificou-se que houve significância, ao nível de 5% de probabilidade, para sistemas de preparo do solo e métodos de recuperação, não havendo significância para a interação desses fatores. As médias do número de espiguetas por panícula, em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo, são apresentadas nos Quadros 4 e 5, respectivamente

O resumo da análise de variância dos dados do número de grãos cheios por panícula é apresentado no Quadro 3. Verificou-se efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade, para preparo do solo, não havendo significância para métodos de recuperação nem para a interação solo x métodos de recuperação. As médias do número de grãos cheios por panícula, obtidas em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo, são apresentadas nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

O resumo da análise de variância dos dados do peso de panículas é apresentado no Quadro 3. Verificou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, para os métodos de recuperação, não havendo significância para os sistemas de preparo do solo nem para a interação preparo do solo x métodos de recuperação. As médias do peso de panícula, obtidas em função dos métodos de recuperação e dos sistemas de preparo do solo, são apresentadas nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

O resumo da análise de variância dos dados do peso médio de 100 grãos é

QUADRO 3 - Resumo da Análise de Variância dos Dados do Número de Perfilhos e de Panícula por m^2, do Número de Espiguetas e de Grãos cheios por panícula e do Peso Médio de Panícula e de 100 grãos, obtidos em função de dois sistemas de preparo do solo e quatro métodos de recuperação

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		Nº de Perfilhos por m^2	Nº de Panículas por m^2	Nº de Espiguetas por m^2	Nº de Grãos cheios por Panículas	Peso Médio de Panícula	Peso Médio de 100 Grãos
Flocos	3	3.648,72	1.729,42	79,52	66,19	0,21	0,010
Preparo do Solo	1	332,37	1,61	696,67*	757,97*	1,37	0,005
Resíduo (a)	3	453,58	1.105,81	39,81	20,39	0,24	0,050
PARCELAS	7	1.805,61	1.215,35	150,66	145,38	0,39	0,020
Métodos de Recuperação	3	3.320,62*	1.380,54	630,28*	423,71	0,76*	0,050
Interação	3	1.489,27	1.247,83	63,11	125,59	0,17	0,020
Preparo x Método Resíduo (b)	17	706,68	590,21	175,23	158,09	0,14	0,060
SUBPARCELAS	30	1.302,75	814,20	203,79	178,44	0,26	0,049

(*) Significativo, ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 4 - Médias do Número de Perfilhos e de Panículas por m^2, do Número de Espiguetas e de Grãos cheios por Panícula e do Peso Médio de Panículas e de 100 grãos, em g, em função dos métodos de recuperação

Métodos de Recuperação	Número de Perfilhos		Número de Panículas		Número de Espiguetas		Número de Grãos Cheios		Peso de Panículas		Peso de 100 Grãos	
L.	159,22	ab	144,74	a	91,30	a	74,61	a	2,66	a	3,01	a
M.O. + L.	144,36	b	124,83	a	86,98	ab	77,37	a	2,79	a	3,20	a
Gesso + M.O. + L.	187,64	a	155,42	a	71,65	c	63,01	a	2,24	b	3,11	a
Gesso + L.	183,00	a	148,78	a	74,28	cb	63,11	a	2,15	b	3,09	a

L = Lavagem

M.O = Matéria Orgânica

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade

QUADRO 5 - Médias do Número de Perfilhos e de Panículas por m^2, do Número de Espiguetas e de Grãos Cheios por Panículas e do Peso Médio de Panículas e de 100 grãos, em g, em função dos sistemas de preparo do solo

Sistemas de Preparo do Solo	Número de Perfilhos		Número de Panículas		Número de Espiguetas		Número de Grãos Cheios		Peso de Panículas		Peso de 100 Grãos	
Subsolagem	165,33	a	142,84	a	85,22	a	74,15	a	2,67	a	3,12	a
Preparo Tradicional	167,40	a	144,04	a	76,89	b	64,91	b	2,25	a	3,09	a

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade

apresentado no Quadro 3. Verificou-se que não houve efeito significativo para métodos de recuperação, sistemas de preparo do solo e interação entre esses fatores. As médias desses dados, em função dos sistemas de preparo do solo e dos métodos de recuperação, são apresentadas nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

CONCLUSÕES

a) A Lavagem com subsolagem resultou em produção de grãos mais elevada, dentro dos dois sistemas de preparo do solo em estudo.

b) O número de perfilhos por m^2 não foi afetado pelo preparo do solo; os maiores números de perfilhos por m^2 foram obtidos quando se incorporou gesso ao solo.

c) A subsolagem afetou o número de espiguetas por panícula, que aumentou com a Lavagem e a Lavagem + Matéria Orgânica.

d) Os maiores números de grãos cheios foram obtidos quando se praticou a subsolagem, não tendo, contudo, sido afetados pelos métodos de recuperação.

e) Os maiores pesos de panícula foram obtidos, quando se aplicou gesso ao solo, não tendo, contudo, sido afetados pelos sistemas de preparo do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA, EMBRAPA - por este trabalho ter-se desenvolvido dentro de sua programação de pesquisa; ao CNPq pela bolsa de estudos ao primeiro autor; à Universidade Federal de Viçosa e aos Engenheiros Agrônomos M.S., P.C.F. GOMES e G.G. CORDEIRO, Pesquisadores do CPATSA - Petrolina - PE, pela valiosa colaboração que possibilitou a execução da parte de campo deste trabalho.

LITERATURA CITADA

ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. *Advance in Agronomy*, 16:139 - 180. 1964.

CORDEIRO, G.G. & MILLAR, A.A. Problemas de sais nas áreas em operação agrícola do Projeto de Irrigação de São Gonçalo. In: *4º Congresso de Irrigação e Drenagem*, Salvador, Anais... Salvador, ABID 1978. (no prelo).

DARGAN, K.S., ABROL, I.P. & BHUMBLA, D.R. Performance of rice varieties in a highly saline sodio soil as influenced by plant population. *Agron. J.*, 66(2): 279 - 280. 1974.

DHAWAN, C.L. & MAHAJAN, V.P. Melhoramento dos solos salinos e alcalinos pelo emprego da palha do arroz. *Fertilité*, 32: 27-36. 1968.

FERREIRA, J.C. & SANTOS, J.P. Controle químico de plantas invasoras na cultura do arroz. *Resumo de Atividades de Pesquisa*, CPATSA/EMBRAPA, 1(1): 108-109. 1977.

MILLAR, A.A., GOMES, P.C.F. & MATIAS FILHO, J. Pesquisa em manejo de solo e água para áreas irrigadas com problemas de sais do Nordeste. *Fortaleza, CE, SUDENE*, Reunião sobre Salinidade em Áreas Irrigadas do Nordeste. 65 p. 1978.

PEARSON, G.A. Factors influencing salinity of submerged soils and growth of caloro rice. *Soil Sci.* 87(4): 198-206. 1959.

PEARSON, G.A., AYRES, A.D. & EBERHARD, D.L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development, *Soil Sci.* 102(3): 151 - 156. 1966.

PEREIRA, E. & SILVA, J.F. DA Efeitos de diferentes níveis de gesso na correção de solos salinos-sódicos do perímetro irrigado de Poço da Cruz. In: *3º Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem*, Fortaleza, Anais... Fortaleza, MINTER / DNOCS/ABID. v. 3 p. 219-234. 1976.

PIZARRO, F. Salinidade en los perímentros irrigados del Nordeste de Brasil. In: *3º Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem*, Fortaleza, 1976. Anais...Fortaleza, MINTER/DNOCS/ABID, v. 3. p. 186-198. 1977.

PUTTASWAMYGOWDA, B.S. & PRATT, P.F. Effests of straw, calcium chloride and submergence on sodic soils *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37(2): 208.212. 1973.

RASMUSSEN, W.W., MOORE, D.P. & ALBAN, L.A. Improvement of a solonetzic (sick spot) soil by deep plowing subsoiling and amensments. *Soil Sci.Soc.Am. Proc.* 36(1): 137-142. 1972.

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM FLUXO NÃO SATURADO*

L.F. Cavalcante**
B. Fernandez**
E.A. Borges**

RESUMO

Valores de condutividade hidráulica, K(Θ) foram determinados "in situ" a quatro profundidades (15-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm) num solo Latossol da Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias da UFPb., em Areia, Paraíba, mediante a metodologia descrita por ROSE et alii (1965). Tanto o conteúdo de água das diferentes profundidades quanto a sucção matricial, foram obtidos em condições exclusivas de drenagem interna. Os resultados deste estudo revelaram que, de uma maneira generalizada os valores de K(Θ) foram baixos para todas as 4 profundidades. Os maiores valores corresponderam às profundidades de 15-30 e 90-120cm, embora mostrassem comportamentos diferentes, segundo o conteúdo de água de ambos os extratos. Com efeito, a altos conteúdos de água (Θ > 0,31 cm^3cm^{-3}) a camada 90-120 cm apresentou mais altos valores de K(Θ) do que a de 15-30 cm, ao passo que a baixos teores (Θ < 0,31 cm^3cm^{-3}) foi este último extrato o que mostrou uma maior habilidade para transmitir água em condições de não saturação. Estas diferenças foram atribuídas a variações estruturais, principalmente que determinaram, por sua vez, diferenças na distribuição relativa do tamanho dos poros. Os menores valores de K(Θ) foram apresentados pela terceira profundidade (60-90), seguida de perto pela de 30-60cm, que na faixa úmida (Θ > 0,31 cm^3cm^{-3}) se comportou de forma bastante semelhante à primeira (15-30cm) e superou ligeiramente a última profundidade (90-120cm) na zona mais seca (Θ < 0,31 cm^3cm^{-3}). As diferenças entre as camadas de 30-60 e 60-90cm dever-se-iam, primeiramente, a variações estruturais, visto que possuem características texturais muito similares. Não foi observado, consequentemente, um efeito decisivo da distribuição percentual dos diferentes tamanhos de partículas na condutividade hidráulica K(Θ), cujos valores foram determinados, fundamentalmente, pelas propriedades estruturais das diferentes profundidades do perfil.

SUMMARY

Unsaturated hydraulic conductivity K(Θ) values were determined for four depths (15-30; 30-60; 60-90 and 90-120cm) of an oxisol from Areia - PB., by using the methodology of ROSE et alii (1965). In general, K(Θ) values for all four depths were somewhat low. The highest values were shown by the 15-30 and 90-120cm depths, although they exhibited diferent transmitting properties as soil-water content varied. In fact, in the upper region of soil-water content (Θ > 0,31 cm^3cm^{-3}) the 90-120 cm layer yielded higher K(Θ) values than the 15-30cm one, whereas in the lower region (Θ < 0,31 cm^3cm^{-3}) the latter showed more ability to transmit water under unsaturated condition. The lowest values of K(Θ), on the other hond, were found in the 60-90 cm soil layer. Differences among layers, as well as their particular be-

(*) Trabalho realizado com apoio do DSER/CCA/UFPb
Engenheiros Agrônomos MS. Departamento de Solos e Engenharia Rural - CCA UFPb.

haviors as function of soil-water content, were attributed, mainly, to structural variations which, in turn, influenced their relative proportions of macro and micropores.

INTRODUÇÃO

A condutividade hidráulica do solo, em função do conteúdo de água, proporciona informações valiosas acerca da dinâmica e comportamento da água do solo que incidem em aspectos de vital importância para o crescimento das plantas cultivadas, tais como suprimento de água e nutrientes no solo e para o sistema radicular, e na estimação do componente de drenagem em estudos de balanços hídricos. Segundo GARDNER (1960), sob muitas condições de campo, a água se movimenta para as raízes a conteúdos de umidade intermediários, comumente bem abaixo de saturação, mas ainda acima de seco ao ar. Daí, então, que o conhecimento da condutividade hidráulica do solo a esses conteúdos de umidade possibilita uma descrição mais fidedigna do sistema planta-solo-água.

A partir da introdução do conceito de condutividade hidráulica não saturada, K(Θ), ou condutividade capilar (CHILD & COLLINS-GEORGE, 1950) diversos procedimentos metodológicos tem-se empregado, tanto em laboratório quanto no campo, para o seu cálculo. Porém, em virtude do maior grau de confiabilidade dos métodos "in situ", por serem aplicados em condições naturais de terreno, isto é, sem alterar as propriedades estruturais do solo nas suas relações com o conteúdo de umidade, sua utilização é mais recomendável para descrever e predizer o processo atual no campo.

O cálculo de K(Θ) em perfis instantâneos, utilizando gradientes de potencial unitário ou variável e dados de mudanças no conteúdo de água do solo, durante os processos de infiltração e drenagem, tem sido realizado em condições de campo, por ROSE et alii (1965), BLACK et alii (1969), HILLEL et alii (1972), BAKER BOUMA (1976), BAKER (1977), QUEZADA & FERNANDEZ (1977), WARRIK et alii (1977) SOUNDERS (1978) e CAVALCANTE et alii (1979).

O método do perfil instantâneo tem sido exaustivamente analisado por ROSE et alii (1965), WATSON (1966), HILLEL et alii (1972) e KLUTE (1972), consiste essencialmente, em determinar o gradiente do potencial e o conteúdo volumétrico de água a intervalos dados de tempo após ter-se iniciado o processo de drenagem interna no perfil do solo. A razão do fluxo de água ao gradiente hidráulico, para uma determinada posição e tempo, corresponde à condutividade hidráulica não saturada ao conteúdo de água e sucção matricial medidos nessa posição.

O presente trabalho teve por finalidade, calcular condutividade hidráulica, K(Θ), "in situ", num solo da Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias da UFPb, em Areia, Paraíba, utilizando o método proposto por ROSE et alii (1965).

MATERIAIS E MÉTODOS

Num solo Latossol Vermelho Amarelo da Estação Experimental do Campus III do Centro de Ciências Agrárias da UFPb, em Areia, Paraíba, estabeleceu-se uma parcela de 5 x 5cm, plana e sem vegetação, em cujo setor central se instalou uma bateria de 5 tensiômetros de investigação às profundidades de 15, 30, 60, 90 e 120cm para medições periódicas do potencial matricial. A parcela foi irrigada a saturação até a profundidade de 120cm e, em seguida, se cobriu com um lençol de polietileno e solo solto para prevenir a evaporação e, consequentemente, manter condições exclusivas de drenagem interna. Durante o período de redistribuição de água no perfil do solo, realizaram-se leituras tensiométricas a intervalos de 0,56; 1,98; 4,59; 9,0 e 25 dias. Simultâneamente, coletaram-se amostras para determinação do conteúdo volumétrico de água.

Cálculo de $K(\Theta)$

Integrando a equação geral de fluxo:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{d}{dz}\left(K(\Theta)\ \frac{d\gamma}{dz}\right)_L \qquad (1)$$

Obtém-se:

$$\int_0^L \frac{d\Theta}{dt}\, dz = \left(K(\Theta)\ \frac{d\gamma}{dz}\right)_L \qquad (2)$$

Se $M = \int_0^L \Theta\, dz$, sendo **M** o conteúdo de água do perfil (água armazenada) até a profundidade **L**, a equação (2) fica assim:

$$\frac{dM}{dt} = K(\Theta)\ (d\gamma/dz) = q \qquad (3)$$

onde q é a densidade de fluxo.

Finalmente:

$$K(\Theta) = \frac{q}{(d\gamma/dz)_L} \qquad (4)$$

A densidade de fluxo (q), para cada extrato, calcula-se a partir das curvas que relacionam conteúdo volumétrico de água e profundidade, segundo a seguinte equação:

$$q = \frac{(\Theta_i z_i)_{tn} - (\Theta_i z_i)_{tn+1}}{\Delta t} \qquad (5)$$

onde $\Delta t = (t_n + 1) - t_n$

Com a finalidade de caracterizar melhor o solo sob consideração, determinou-se as densidades global e da partícula, matéria orgânica e distribuição percentual dos separados mecânicos, seguindo as metodologias de BLAKE (1965), VERTOR (1969) e BOUYOUCOS (1951), respectivamente.

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Na Figura 1 apresentam-se os perfis de umidade correspondentes aos diferentes intervalos de tempo, até a profundidade de 120cm do perfil. Observa-se que ao tempo zero o solo estava próximo à saturação, especialmente na última profundidade. Durante os primeiros 4,95 dias, o conteúdo de água em todo o perfil diminuiu substancialmente, enquanto que, após esse período, e até os 25 dias, a taxa de movimentação de água decaiu sensivelmente, particularmente no intervalo compreendido entre 9 e 25 dias. Verifica-se, logo, que apenas com a exceção do tempo zero, há um acréscimo do conteúdo de água, durante todo o período de drenagem, à profundidade de 60cm, o que está indicando a presença de uma camada restritiva ao fluxo de água imediatamente abaixo desse profundidade. Por outro lado, constata-se que tanto o primeiro extrato (15-30) quanto o último (90-120 cm) mostram os maiores decréscimos no conteúdo de água durante os 4,95 dias iniciais Porém, após esse tempo, a taxa de movimentação de água foi mais rápida no extrato de 15-30cm do que no de 90-120cm. As implicações dessas diferenças ver-se-ão quando se discutirem e compararem os valores de $K(\Theta)$ para as diferentes camadas. Finalmente, a variação foi pequena para as profundidades. A maior mudança se observou na primeira profundidade, o que se refletiu nos maiores valores de $K(\Theta)$, nesse intervalo.

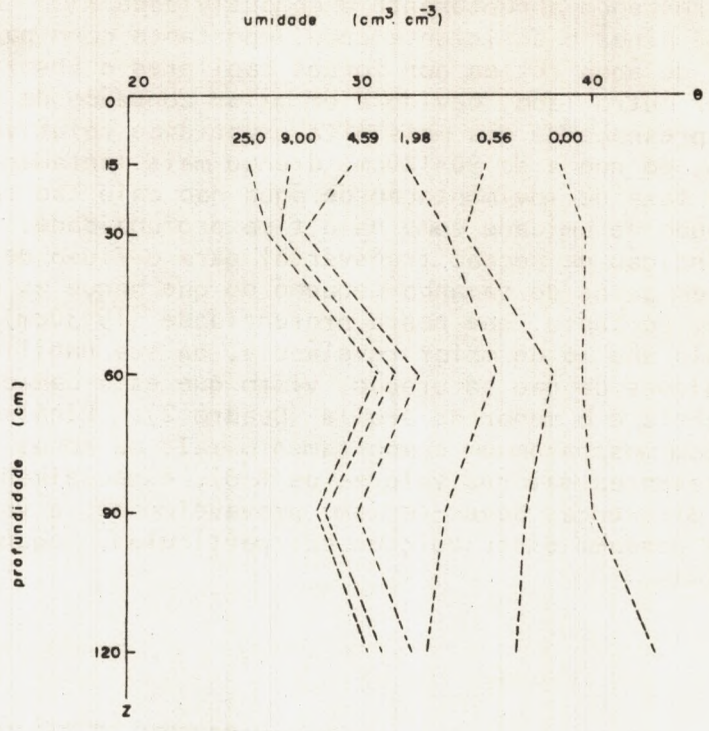


FIGURA 1 - Perfis de Umidade Versus Profundidade do Solo a Vários Tempos (Dias) Incluindo o Tempo Zero (0,00)

Os valores de potencial matricial e potencial total (cm de H_2O) versus período de drenagem (dias) para cada uma das profundidades, encontram-se na Figura 2. Aprecia-se que, em geral, as sucções matriciais foram baixas, indicando altos conteúdos de água durante todo o período de drenagem. Isto estaria assinalando, também, que há, no perfil, uma ou mais zonas de impedimento ao fluxo de água responsáveis pelas suas restritas propriedades transmissores de fluidos. Na discussão dos perfis de umidade, destacou-se a presença de um extrato de baixa permeabilidade, imediatamente abaixo dos 60cm, que seria a causa de uma maior acumulação de água nessa profundidade do perfil. Não é improvável que a maiores profundidades do que as estudadas existam algumas outras camadas altamente compactas que estejam impedindo a livre drenagem interna do perfil.

No Quadro 1 se mostras as variações dos valores de armazenamento de água em função do tempo, e dos gradientes de potencial matricial e da condutividade hidráulica, em função do conteúdo de umidade do solo. Por outro lado, na Figura 3 se apresentam, graficamente, as relações conteúdo de água (θ) - versus condutividade hidráulica $K(\theta)$.

Verificou-se que, de uma maneira generalizada, a condutividade do solo é baixa, o que reflete as suas características texturais e estruturais. A altos conteúdos de umidade ($\theta > 0,31$ cm^3cm^{-3}), os maiores valores correspondem à profundidade 90-120cm, ao passo que a mais baixos teores de água ($\theta < 0,31$ cm^3cm^{-3}) o extrato 15-30cm apresenta uma maior habilidade para transmitir fluidos em condições de não saturação. Os menores valores corresponderam à camada 60-90cm enquanto aquela compreendidade entre 30-60cm mostrou valores intermediários.

O comportamento da última profundidade (90-120cm), que apresentou uma mudança abrupta nos valores de $K(\theta)$, com pequenos incrementos de θ, dever-se-ia ao fato de esta camada possuir uma maior proporção de poros grandes (macroporos) que fez com que a água se movimentasse rapidamente nos primeiros estágios dos proces-

sos de drenagem interna e redistribuição. Logo, depois, quando uma certa quantidade de água se esvaziou dos poros maiores diminuiu a secção transversão disponível para o fluxo, decrescendo abruptamente a condutividade K(Θ). A proporção de microporos, porém, foi ainda o suficientemente importante como para manter uma quantidade apreciável de água retida por forças capilares e absortivas. A profundidade de 15-30cm, por outro lado, devido a um maior conteúdo de matéria orgânica, que determinou a presença de uma mais alta quantidade relativa de poros de tamanho intermediário, do que a de 90-120cm, drenou mais lentamente a altos teores de umidade, mas a taxa de movimentação de água não caiu tão rapidamente com o decréscimo do conteúdo de umidade como na última profundidade. Isto se deve ao fato de que a diminuição de secção transversal para o fluxo de água é bem mais lenta e gradual em poros de tamanho pequeno do que naqueles de dimensões grandes. Constata-se, portanto, que nesta profundidade (15-30cm) as propriedades estruturais do solo são as de maior revelância, na sua habilidade para transmitir fluidos em condições de não saturação, visto que esta camada é a que possui o maior teor de areia e o menor de argila (Quadro 2). Finalmente, as profundidades 30-60 e 60-90cm mostraram um comportamento mais ou menos semelhante, sendo que a primeira apresentou maiores valores de K(Θ), especialmente na faixa mais úmida. As suas diferenças dever-se-iam, provavelmente, a variações estruturais, posto que ambas possuem distribuições das partículas, segundo seus tamanhos, bastante parecidas.

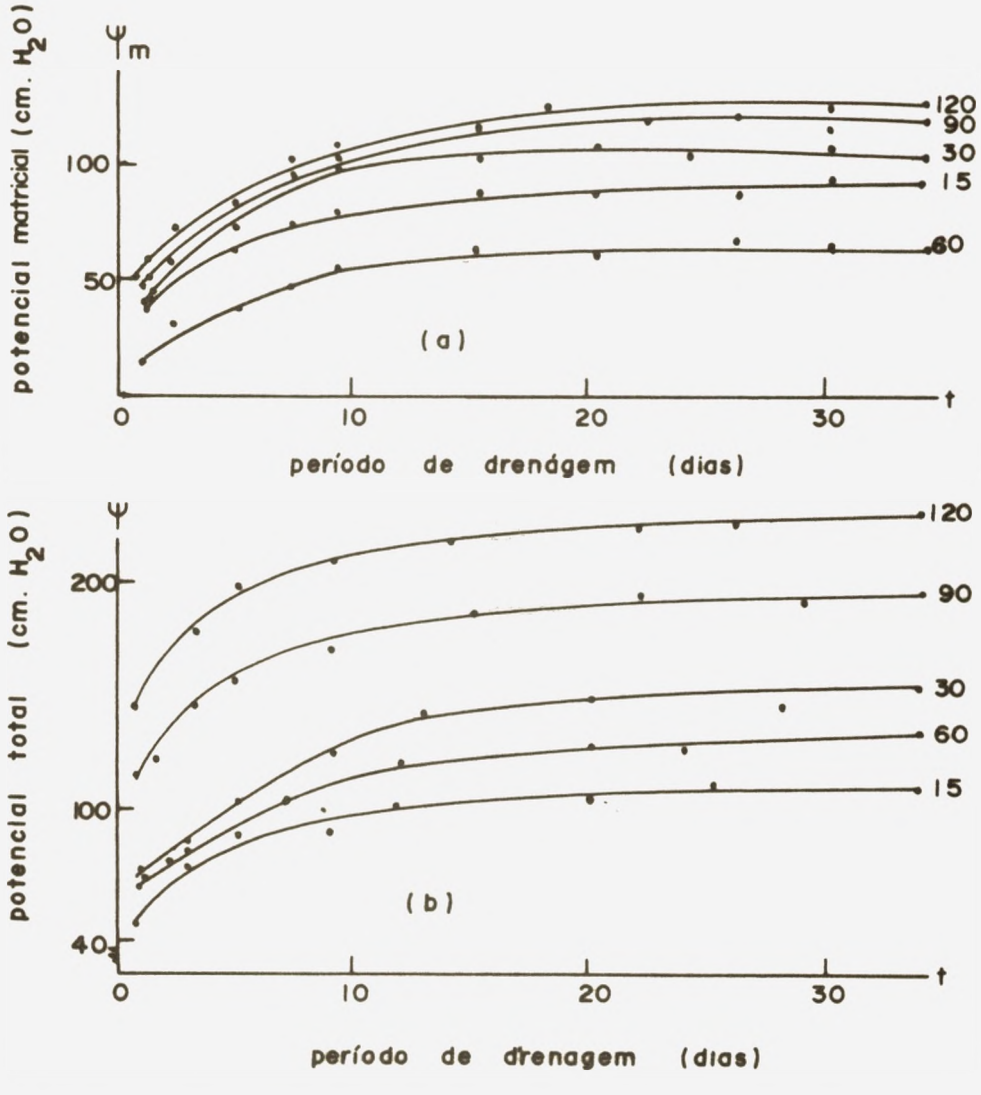


FIGURA 2 - Valores de Potencial Matricial (a) e Potencial Total (b) durante a Drenagem Interna para as Diferentes Profundidades do Perfil.

QUADRO 1 - Valores da Variação do Armazenamento de Água em Função do Tempo e da Condutividade Hidráulica

Z (cm)	Δ M H_2O cm	Δt dia	q = $\Delta M/\Delta t$ H_2O / dia cm	$(\frac{dT}{dZ} + 1)$ cm.cm^{-1}	K(Θ) cm.dias^{-1}	Θ cm^3/cm^3
	0,62	0,56	1,10	1,17	0,95	37,16
	0,32	1,42	0,22	1,17	0,19	34,02
15-30	0,64	2,61	0,25	1,24	0,20	30,78
	0,28	4,41	0,06	1,82	0,03	27,78
	0,19	16,00	0,01	2,73	0,0043	26,39
	0,95	0,56	1,70	1,49	1,14	38,11
	0,50	1,42	0,35	1,75	0,20	35,62
30-60	1,44	2,61	0,55	1,92	0,29	32,32
	0,30	4,41	0,07	2,31	0,03	29,68
	0,23	16,00	0,01	2,93	0,0048	28,95
	0,69	0,56	1,23	1,75	0,70	38,87
	0,90	1,42	0,63	1,98	0,32	36,30
60-90	1,07	2,61	0,41	1,97	0,21	33,00
	0,35	4,41	0,08	1,81	0,04	30,70
	0,18	16,00	0,01	1,91	0,0058	29,96
	1,40	0,56	2,49	1,47	1,69	39,30
	1,10	1,42	0,77	1,06	0,73	35,27
90-120	0,66	2,61	0,25	1,20	0,21	32,35
	0,41	4,41	0,09	1,41	0,0065	30.55
	0,15	16,00	0,009	1,35	0,007	29,77

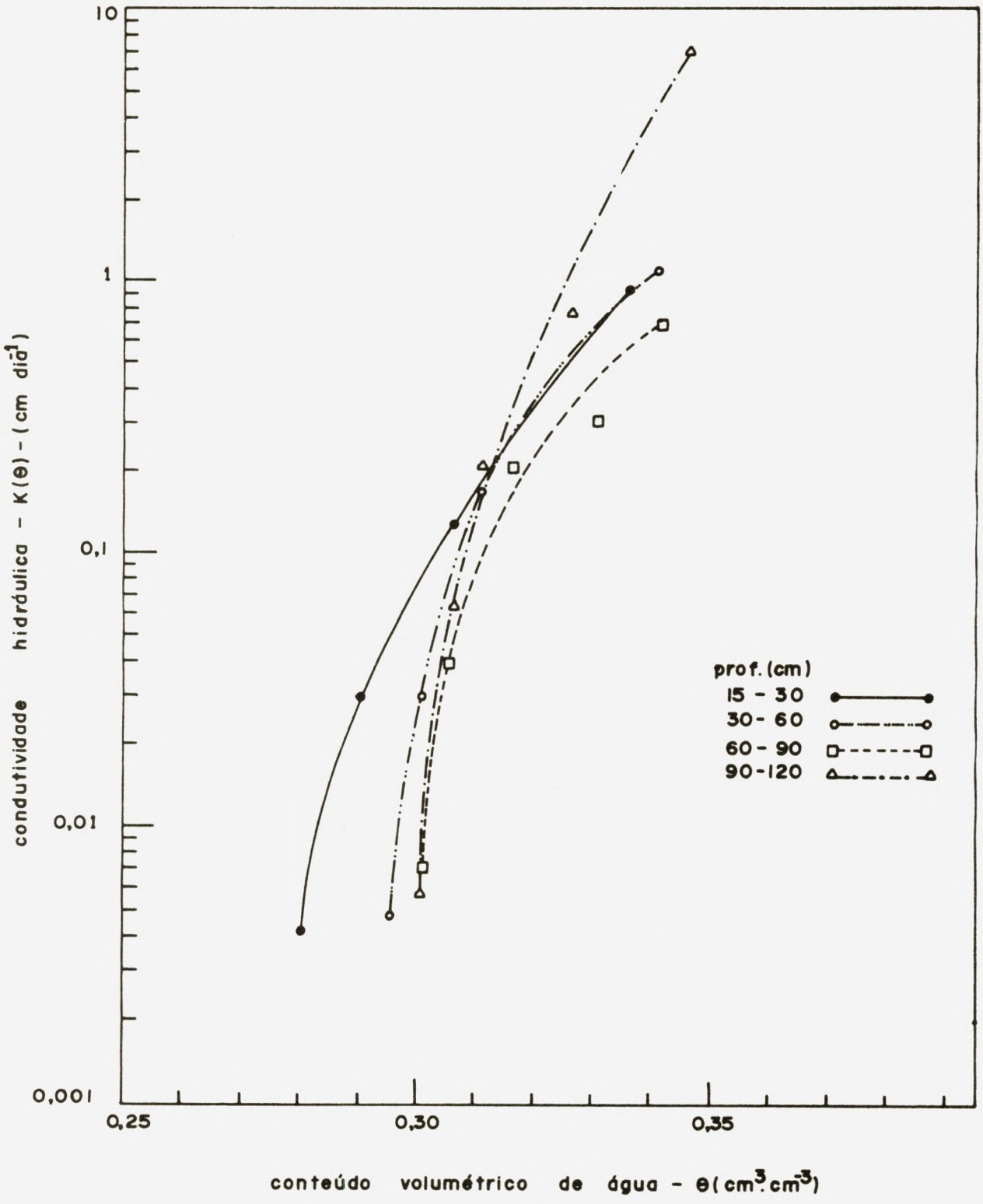


FIGURA 3 - Curvas Representativas da Condutividade Hidráulica Determinada durante a Redistribuição de Água

QUADRO 2 - Distribuição dos Valores Médios (%) das Frações Areia, Limo e Argila e Classes Texturais para as Quatro Profundidades.

Z (cm)	Sistema	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)	Classe Textural
15-30	USDA	68,81	5,57	25,62	Franco Arenoso
	ISSS	70,20	4,18	25,62	Franco Arenoso
30-60	USDA	58,42	5,35	36,23	Franco A. Arenoso
	ISSS	61,15	2,62	36,23	Argilo Arenoso
60-90	USDA	59,72	5,49	34,79	Franco A. Arenoso
	ISSS	63,84	1,37	34,79	Argilo Arenoso
90-120	USDA	59,27	5,37	35,36	Franco A. Arenoso
	ISSS	63,29	1,35	35,36	Argilo Arenoso

No Quadro 3 encontra-se os valores de densidade global (ρg), densidade da partícula (ρp), porosidade total (d) e conteúdo de matéria orgânica (MO) para todas as profundidades estudadas.

QUADRO 3 - Valores Médios da Densidade Global (ρg), Partículas (ρp), Porosidade Total (Pt) e Matéria Orgânica

Z (cm)	Pg g/cm³	Pp g/cm³	Pt %	Matéria Orgânica %
15 - 30	1,30	2,63	50,57	2,83
30 - 60	1,34	2,68	50,00	2,00
60 - 90	1,31	2,70	51,48	1,75
90 - 120	1,44	2,66	45,86	1,35

Aprecia-se que não há marcantes diferenças na densidade global ao longo do perfil. Os maiores valores corresponderam às profundidades de 90-120 e 15-30 cm, enquanto que os manores às duas restantes (30-60 e 60-90cm). A densidade da partícula, por sua vez, está dentro da faixa normal de valores. A porosidade total do solo é adequada, sendo um reflexo das suas características estruturais . Não obstante, é preciso destacar que a sua não correlação com a condutividade hidráulica K(Θ) das diferentes profundidades, deve-se ao fato de que ela não é um índice das propriedades transmissoras do solo, que estão governadas, fundamentalmente, pelas proporções relativas dos tamanhos de poros. A matéria orgânica, finalmente, varia inversamente com a profundidade, como se esperava. Não se observa, porém, uma influência decisiva deste componente do solo nos valores de densidade aparente. Provavelmente, seu efeito foi mascarado por outros parâmetros do solo.

À luz da análise e discussão prévia, pode-se concluir que o solo, até a profundidade de 120cm, apresenta, em geral, baixos valores de K(Θ). Os maiores valores correspondem às profundidades 15-30 e 90-120cm. Não obstante, elas mostraram propriedades transmissoras diferentes, segundo variou seu conteúdo de umidade. Assim, a altos teores de água ($\Theta > 0,31\ cm^3cm^{-3}$), a última apresentou maiores valores de K(Θ) ao passo que à proporção em que a umidade desceu de $0,31 cm^3 cm^{-3}$ foi a primeira que exibiu os mais altos valores de K(Θ). O diferente comportamento destas camadas, no que diz relação com as suas habilidades para condu

zir água em condições de não saturação, dever-se-ia a diferenças estruturais que afetaram a distribuição do tamanho de poros. Os menores valores de K(Θ) correspondem às profundidades 30-60 e 60-90cm, sendo que as suas pequenas variações seriam o resultado de pequenas variações na sua estrutura (microestrutura) visto que não existem, praticamente, diferenças texturais entre ambas as profundidades Não se apreciou uma influência decisiva da textura do solo nas propriedades transmissoras das diferentes camadas. Os valores de K(Θ) foram, principalmente, afetados pelas características estruturais do solo.

LITERATURA CITADA

BAKER, F.G. Factors influencing the crust test for in situ measurement of hydralic conductivity. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*. 41 (6): 1029-32. 1977.

_____ & BOUMA, J. Variability of hydraulic conductivity in two subsurface - horizons of two silty loam soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Journal*. 40 (6): 1019 -32. 1976.

_____; VEUEMENT, P.L.M.; BOUMA, J. Limitations of the instantaneous profil method for field measurement of ansaturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Amer.* Proc. 38: 885:8. 1974.

BLACK, T.A.; GARDNER, R.W.; THURTELL, W.G. The prediction of evaporation, drainage and soil water storage for a bare soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 655 -60. 1969.

BLAKE, G. R. Bulk density. In: BLAKE, C. A.; EVANS, D. D.; ENSMINGER, L. E.; WHITE, J. L.; CLARK, F. E. Methods of *Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogic Properties, including Statistics of Measurement and Sampling*. Madison, American Society of Agronomy. 1965. Cap. 30. p. 374-90 (Agronomy 9).

BOERSMA, L. Field measurement of hydraulic conductivity below a water table. In: BLAKE, C.A.; EVANS, D. D.; ENSMINGER, L. E.; WHITE, J. L.; CLARK,F.E. Methods of *Soil Analysic. Part 1. Physical and Mineralogic Properties, including Statistics of Measurement and Sampling*. Madison, American Society of Agronomy . 1965. Cap. 14 p. 222-33 (Agronomy 9).

BOYOUCOS, G.J.A. Recalibration of the hydrometer method for making analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43 (9): 434-7. 1951.

CAVALCANTE, L.F.; FERNANDEZ, D.; BORGES, E.A. Determinação da condutividade hidráulica do Solo "in situ". *XVII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*. - 1979.

CHILDS, R.C. & COLIS-GEORGE, N. Permeability of pourous materials. *Proc. Royal Soc. 201. A* 392-9, 1950.

GARDNER, W.R. Soil water relations in arid and semi-arid conditions. *Reviews of Research* (Arid/Zone Research XV).

GROHMANN, F.; BRUNINI, O; REICHARDT, K. Condutividade hidráulica do solo. Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária. Instituto Agronômico. Campina SP. *Circular nº 153*. 1976. 28 p.

HILLEL, D.; KRENTOS, V.D.; STYLIANOV, Y. Procedurs and a test of a internal - drainage method for measuring soil hydraulic chacacteristics in situ. *Soil Sci.* 114: 395-400.

KLUTE, A. the determination of the hydraulic conductivity and diffusion of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 264-76. 1972.

QUEZADA, C.G. & FERNANDEZ, B. Determinacion de conductividad no saturada mediante el método del perfil instantâneo. *Agricultura Técnica*. 37 (3): 106-10. - 1977.

ROSE, C.W.; STERN, W.R.; DRUMOND, J.R.; Determination of hydraulic conductivy as a function of depth and water content for a soil in situ. *Aust. J. Soil Res.* 3:1-9. 1965.

REICHARDT, K. Determinação da condutividada hidráulica em condições de campo, para estimativa da drenagam profunda em balanços hídricos. *CENA, Piracicaba, SP BD. - 015* 1974. 12 p.

REICHARDT, K.; LIBARNI, P. L.; NIELSEN, D.R. Unsaturated hydraulic conductivity determination by a scaling technique. *Soil Sci.* 120 (3): 165-8. 1975.

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - ATOS - UB.

ANÁLISE DE LATERAIS PARA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MÁXIMO DE ASPERSORES*

Jorge E. Quintero**
Raul Vallderuten***

RESUMO

O sistema de irrigação por aspersão tem sido bastante difundido no Brasil, principalmente por sua economia e adaptabilidade à topografia ondulada. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método para calcular o número máximo de aspersores nas linhas laterais de um sistema, usando a equação de Hazen-Williams, para tubulações de aço zincado e cimento amianto produzidas comercialmente no País.

SUMMARY

Sprinkler irrigation systems are widely used in Brazil due mainly to their economy and adaptability to rough topography. The objetive of this work was to develop a method to estimate the maximum number of sprinklers on a lateral line, using the equation of Hazen-Willians for galvanized steel and asbestos-cement pipes commercially produced in Brazil.

INTRODUÇÃO

Devido à grande importância que atualmente representa para o País o aumento da produtividade agrícola, tem nascido uma consciência de uma agricultura mais racional e planejada, que não dependa em demasia dos azares climáticos. O sistema de irrigação por aspersão tem sido bastante defendido, principalmente devido à sua eficiência na aplicação, economía comparado com outros sistemas e sua adaptabilidade à topografia ondulada predominante em vastas áreas do País.

Um projeto econômico e racional dos sistemas de irrigação por aspersão apresenta aspectos interessantes de ser analisados, pois pode reduzir drasticamente os investimentos iniciais e aumentar a eficiência de operação do sistema.

A finalidade deste trabalho consistiu em desenvolver um método para calcular o número máximo de aspersores que podem ser instalados nas linhas laterais de um sistema de aspersão, usando a equação de Hazen-Williams, como função da vazão de cada aspersor, do espaçamento entre eles, da pressão de operação, da perda de pressão permissível, do diâmetro interno da tubulação e do tipo de material. Foram feitos os cálculos para tubulações de aço zincado e cimento amianto para materiais de diâmetros e especificações produzidos comercialmente no Brasil

MATERIAIS E MÉTODOS

Cada tipo de aspersor tem uma pressão mínima recomendável de operação, sendo reduzido abruptamente seu desempenho quando operação em pressão diferentes das recomendáveis. As linhas laterais de um sistema de irrigação por aspersão

---

(*) Contribuição do Departamento de Engenharia Agrícola, FEA, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas - SP
(**) Engº Civil, Ph.D., Chefe do Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas - SP
(***) Engº Agrícola, M.S., Professor convidado, Hidrologia e Hidráulica, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas - SP

estão compostas por um número de aspersores uniformemente espaçados entre si. É recomendável que a perda máxima de pressão na linha lateral não seja superior a 20% da pressão de operação do aspersor (Hurd, 1974). Isto significa que se a pressão na linha lateral é 3,0 kg/cm^2 a perda máxima de pressão na linha lateral é 0,60 kg/cm^2, o que evidentemente limita o número de aspersores que podem ser instalados em uma linha lateral.

A equação clássica usada para calcular as perdas de carga em uma linha lateral foi proposta por Darcy-Weisbach (Vennard, 1965) e (Sprinkler Irrigation, Association, 1969).

$$H = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \qquad (1)$$

onde:

H = Perda de carga, m
f = Fator de atrito
L = Comprimento da tubulação, m
V = Velocidade, m/s
d = Diâmetro, m
g = Aceleração da gravidade, m/s^2

O fator de atrito depende da rugosidade relativa do material e do número de Reynolds onde a rugosidade relativa se define como e_r.

$$er = \frac{e}{d} \qquad (2)$$

onde:

e = Rugosidade do material, m
d = Diâmetro, m

O número de Reynolds é definido como:

$$NR = \frac{V\,d}{\gamma} \quad \text{(sem dimensões)} \qquad (3)$$

onde:

V = Velocidade, m/s
d = Diâmetro, m
γ = Viscosidade cinemática do fluido, m^2/s

As relações entre o fator de atrito f é o número de Reynolds, tem sido amplamente estudadas para diferentes materiais (Vennard, 1965).

Hazen-Williams, (Morris M. e Wiggert, 1973) propôs uma equação empírica que tem sido muito utilizada em engenharia para calcular as perdas de carga. No sistema Inglês de unidades a equação é:

$$V = 1{,}318\ C\ R^{0{,}63} \left(\frac{H}{L}\right)^{0{,}54} \qquad (4)$$

onde:

V = Velocidade, pé/s
C = Coeficiente de Hazen-Williams
R = Raio hidráulico, pés
H = Perda de carga, pés
L = Comprimento da tubulação, pés.

Baseado na forma geral da equação para calcular as perdas de carga numa linha de saída, Christiansen em 1942 desenvolveu um método para calcular as perdas de pressão numa linha com múltiplas saídas.

$$hf = \frac{K_1\ L\ V^m}{d^n} \qquad (5)$$

onde:

K_1 = Constante que depende do material

Aplicando-se a equação de continuidade, onde **Q** é a vazão e **A** é a área, tem-se:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2} \qquad (6)$$

e substituindo-se na equação (5) tem-se:

$$hf = \frac{K_1 \; L \; Q^m F}{d^{2m+n}} \qquad (7)$$

onde:

F = Fator que depende do número de saídas
K_1 = Fator de atrito que depende do material
m = Parâmetro experimental que depende do material
n = Parâmetro experimental que depende do material

Para tubulações com múltiplas saídas, a perda total por atrito, **hf**, é igual à soma das perdas entre saídas adjacentes.

Chamando-se q_a a vazão de cada saída, e **S** ao espaçamento entre elas, as perdas por atrito entre as duas últimas saídas será:

$$hf_1 = \frac{K_1 \; S(q_a)^m}{d^{2m+n}} \qquad (8)$$

e similarmente:

$$hf_n = \frac{K_1 \; S(q_a)^m \; N^m}{d^{2m+n}} \qquad (9)$$

Sendo **N** o número total de saídas e fazendo-se a somatória delas, tem-se:

$$hf = \sum_1^N hn = K_1 \; S \; \frac{(q_a)^m \; (1^m + 2m + \ldots N^m)}{d^{2m+n}}$$

igualando-se com a equação (7) e sabendo-se que:

$$(q_a)^m = \frac{Q^m}{N^m} \quad \text{e} \quad L = S \; N$$

obtém-se

$$\frac{\sum_1^N N^m}{N^{m+1}} \qquad (10)$$

A equação no sistema métrico, para calcular as perdas de carga numa tubulação com múltiplas saídas será:

$$hf = \frac{4{,}52 \; K_2 \; L \; Q^m \; F}{d^{(2m+n)}} \qquad (11)$$

onde:

hf = m

L = m

Q = m^3/h

Christiansen usou a fórmula de Scobey para calcular as perdas em tubulações de aço zincado. Nessa equação os valores dos parâmetros são:

m = 1,90 n = 1,1 K_2 = 0,33 (Asbrasil, o.d.)

A equação ficará assim:

$$hf = 4,52\ K_2\ \frac{L\ Q^{1,9}\ F}{d^{4,9}}$$

Christiansen apresentou uma equação que permite estimar aproximadamente os valores de F.

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6\ N^2}$$

Transformando-se do sistema inglês de unidades para o sistema métrico, a equação (4) ficará assim:

$$H = \frac{15212,10\ L\ Q^{1,85185}}{C^{1,85185}\ d^{4,8703}} \qquad (12)$$

que, comparando-se com a equação de Scobey usada por Christiansen, obtém-se:

$$K_2 = \frac{15212,10}{C^{1,85185}\ 4,52} \qquad (13)$$

onde:

m = 1,85185
n = 1,1666
H = Comprimento da tubulação, m
Q = Vazão, m^3/h
d = Diâmetro, cm

Segundo os valores reportados por um estudo da Eternit (1978) o valor mais recomendável de C para ser usado em tubulações de cimento amianto Eternit é C = 140. Aplicando-se a equação (13) para obter K_2 tem-se:

K_2 = (para cimento amianto) = 0,35706

$$hf = 4,52 \times 0,35706\ \frac{Q^{1,85185}}{d^{4,8703}}\ F \times L \qquad (14)$$

Equação que permite calcular as perdas de cargas nas linhas com saídas múltiplas.

Os valores calculados de **F** para diferentes valores de **N** (número de saídas) para m = 1,85185 são apresentados no Quadro 1.

O procedimento adotado para calcular os valores do número máximo de aspersores foi:

1. Obtenção de:
   - 1.1. Diâmetro interno do tubo, d
   - 1.2. Rugosidade do material, K_2
   - 1.3. Vazão para cada aspersor, q_a
   - 1.4. Espaçamento entre aspersores, S
   - 1.5. Pressão de operação do aspersor, P_o

QUADRO 1 - Valores de F para M = 1.85185

N	F	N	F
1	1.000	22	0.3736
2	0.6835	24	0.3718
3	0.5342	26	0.3701
4	0.4852	28	0.3687
5	0.4568	30	0.3675
6	0.4382	32	0.3664
7	0.4252	34	0.3655
8	0.4155	36	0.3647
9	0.4081	38	0.3639
10	0.4022	40	0.3632
11	0.3973	45	0.3618
12	0.3933	50	0.3607
13	0.3900	60	0.3590
14	0.3871	80	0.3569
15	0.3846	100	0.3556
16	0.3825	150	0.3539
17	0.3806	200	0.3531
18	0.3789		0.3523
19	0.3744	$F = \frac{N'}{N^{m+1}}$	
20	0.3760		

1.6. Seleção de (m) e (n)

2. Utilização de dados para:

2.1. Determinar a perda máxima permissível, hf, como igual a 20% da pressão de operação do aspersor, hf = 0,20 P_o

2.2. Assumir um número máximo de aspersores, N

2.3. Calcular F, para o valor assumido de N

2.4. Da equação geral (11) tem-se:

$$hf = \frac{4,52\ K_2\ L\ Q^m\ F}{d^{2m+n}}$$

e como:

$$Q = q_a\ N$$

e $$L = S\ N$$ então substituindo:

$$hf = \frac{4,52\ K_2\ S\ N\ (q_a N)^m}{d^{2m+n}} \qquad (15)$$

manipulando os termos, obtém-se:

$$\frac{hf\ d^{2m+n}}{4,52\ K_2 S} \simeq (N^m + 1)\ F \qquad (16)$$

O membro esquerdo da igualdade é uma função **G** (N) que depende das características do material, do diâmetro da tubulação e do espaçamento entre aspersores. O membro direito da igualdade, **Z** (N), depende só do número de aspersores.

2.5. Comparar **G** (N) e Z(N) aumentando ou diminuindo **N**, até $G(N) \approx Z(N)$. É importante salientar que sempre se deve aproximar por defeito, quer dizer $Z(N) \leq G(N)$, garantindo porém segurança no projeto. Tomaram-se como normais aqueles valores de **N** que cumpriram esta relação.

$$0,90 \leq \frac{Z(N)}{G(N)} \leq 0,97$$

Foi usado um programa iterativo para determinar o número máximo de aspersores para os materiais em consideração.

Para aço zincado e alumínio foram usados valores de m = 1,90 e K_2 = 0,33

Para cimento amianto foi usado para m = 1,85185 e para K_2 = 0,35706

Os Quadros 1 e 2 do anexo, mostram os resultados obtidos.

Precisa-se estabelecer que não é evidente que C seja uma medida de rugosidade relativa, porque não leva em consideração o número de Reynolds, tal como faz a equação de Darcy.

Transformando-se a equação de Hazen-Williams em função da velocidade e para o sistema métrico, tem-se:

$$H = \frac{1466,392\ L\ V^{1,85185}}{C^{1,85185}\ d^{1,1666}} \qquad (17)$$

onde:

H = Perda de carga, m
V = Velocidade, m/s.
d = Diâmetro, cm
C = Coeficiente da Equação

ou:

$$H = \frac{6,808 \ L \ V^{1,85185}}{C^{1,85185} \ d^{1,1666}} \qquad (18)$$

onde:

d = Diâmetro, m

A equação pode ser escrita assim:

$$H = \left[\frac{6,808 \ L \ 20 \ g}{C^{1,85185}}\right] \left[\frac{(\gamma)^{0,1485}}{V^{0,1485} \ d^{0,1485}}\right] \times$$

$$\times \left[\frac{L \ V^2}{d^{0,0181} \ d \ 2g}\right] \times \left[\frac{1}{\gamma^{0,1485}}\right] \qquad (19)$$

g = Aceleração da gravidade, m/s^2

γ = Viscosidade cinemática d'água, m^2/s

Tomando-se um valor da viscosidade cinemática d'água para aproximadamente 20°C obtém-se da equação (1) o valor de f.

$$f = \frac{6,808 \times 2 \times 9,81}{C^{1,85185} \ (9,27 \times 10^{-7})^{0,1485}} \left(\frac{\gamma}{V \ d}\right)^{0,1485}$$

ou:

$$f = \frac{1,050 \ W(d)}{C^{1,85185} \ NR^{0,1485}} \qquad (20)$$

O termo $W(d) = \frac{1}{d^{0,0181}}$ varia com o diâmetro, mas suas variações então são relativamente menores, podendo-se adotar um valor médio de 1,035, assim:

Diâmetro d,m	W(d)
0,050	1,055
0,075	1,048
0,100	1,042
0,125	1,038
0,150	1,034
0,200	1,029
0,250	1,025
0,500	1,012

$\bar{W}(d) = 1,035$

Usando-se o valor médio de W(d) na equação (20) tem-se:

$$f = \frac{1086,80}{C^{1,85185} \ NR^{0,1485}} \qquad (21)$$

Prandlt, (Vennard J. 1965) desenvolveu uma equação que permite calcular o fator de atrito para regime turbulento em tubulações medianamente rugosas, que é este caso:

$$f = 0,0032 + \frac{0,221}{NR^{0,237}} \qquad (22)$$

A figura 1 mostra como se comparam, favoravelmente, os valores de f deduzidos da equação de Hazen-Williams, com a equação de Prandlt, o que indica, apesar de ser a equação de Hazen-Williams completamente empírica e não adimensional, pode ser usada com resultados satisfatórios para calcular as perdas por atrito em tubulações.

Para ilustrar a aplicação das tabelas, precisa-se de uma linha lateral de aspersores separados 12m, com uma vazão por aspersor de 1,25 m^3/h e com uma pressão de operação correspondente a uma altura de água de 24,60m para uma tubulação de cimento amianto de 75mm de diâmetro.

Da tabela 2 encontra-se que o número máximo de aspersores é de 23. Conferindo-se os resultados:

$K_2 = 0,35706$

$L = S \times N = 12,0 \times 23 = 276,0m$

$d = 75mm = 7,50cm$

$Q = q_a \cdot = 23 \times 1,25 = 28,75\ m^3pH$

$F = 0,3727$ (da tabela 3)

$m = 1,85185$

$n = 1,1666$

Aplicando-se a equação (11) tem-se:

$$hf = \frac{(4,52) \times (0,35706) \times (28,75)^{1,85185} \times (0,3727) \times (276)}{(7,50)^{4,8703}}$$

$hf = 4,565m$

A perda máxima permissível será 20% da pressão de operação do aspersor, quer dizer: 0,20 x 24,60m = 4,92m.

A relação entre a perda de carga real e a perda máxima permissível será 4,565/4,92 = 0,93 ou seja, que garante um projeto com segurança, usando um número máximo de 23 aspersores na linha lateral.

CONCLUSÕES

1. O número máximo de aspersores numa linha lateral pode ser calculado usando-se a teoria geral de perdas de carga para saídas múltiplas.

2. A equação de Hazen-Williams, apesar de não incluir o número de Reynolds, NR, permite calcular as perdas de carga em regime turbulento com boa aproximação.

3. Os valores mais recomendáveis do valor de K a serem usados na equação de Hazen-Williams, nos materiais produzidos no Brasil, são:

   3.1. Cimento amianto, K = 0,375706

   3.2. Aço zincado, K = 0,3300

4. O fator F, para tubulações de cimento amianto com múltiplas saídas, deve ser estimado usando-se o expoente hidráulico m = 1,85185.

LITERATURA CITADA

ASBRASIL, Aspersão no Brasil. *Catálogo de tubulação de Aço Zincado* - São Bernardo do Campo - SP.

CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by Sprikling. *Bull 670 University of California*. Berkeley, California. Reprinted November 1972 at Utah State University Logan, Utah USA. 1942.

ETERNIT S.A. Tubos de Pressão. *Boletim Técnico 20.4* São Paulo - SP. 1978.

HURD, Clarence J. *Guia para el Riego por Aspersión*. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. México. 1974.

SPRINKLER IRRIGATION ASSOCIATION. *Sprinkler Irrigation*. Compiled and Edited by Claude H. Pair et alii Washington D.C. 1969.

MORRIS, H.M. and J.M. WIGGERT, *Applied Hydraulics in Engineering*. J. Wiley. New York. USA. 1973.

VENNARD, J.K. *Elementary Fluid Mechanics*. J. Wiley. New York. USA. 1961.

A N E X O

QUADRO 1 - Número Máximo de Aspersores nas Tubulações Laterais como Função do Espaçamento entre eles e a Vazão de cada Aspersor - AÇO ZINCADO

DIÂMETRO			ESPAÇAMENTO ENTRE ASPERSORES m	VAZÃO EM CADA ASPERSOR m^3/h										
EXT mm	EXT Pol	INT mm		0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
50	2.0	48	6	23	18	15	13	12	11	10	9	9		8
			9	20	15	13	11	10	9	8	8	8	7	7
			12	18	13	11	10	9	9	8	7	7	6	6
			18	16	11	10	9	8	7	6	6	6	5	5
70	$2^{3/4}$	68	6	41	33	28	26	22	21	19	17	17	16	15
			9	37	29	25	21	18	18	16	15	14	13	12
			12	34	25	21	19	17	16	15	14	13	12	11
			18	29	22	19	16	14	14	12	11	11	10	10
89	$3^{1/2}$	87	6	65	50	43	37	33	31	29	26	26	25	23
			9	57	43	37	32	28	27	25	23	23	22	20
			12	51	39	34	29	26	25	23	21	20	19	18
			18	45	34	30	25	22	21	19	18	17	16	15
108	$4^{1/2}$	106	6	92	71	61	53	47	45	41	38	36	34	32
			9	79	61	53	46	40	38	35	33	32	30	28
			12	73	56	48	41	36	35	32	31	29	27	26
			18	68	52	43	37	33	31	28	26	25	23	22
PRESSÃO DE SERVIÇO DO ÚLTIMO ASPERSOR			Psi	30		35			40			45		
			kg/cm^2	2.10		2.45			2.80			3.15 kg/cm^2		
			m	21.10		24.60			28.12			31.63		

OBS: Os resultados obtidos se baseiam numa perda máximo de 20% da pressão de operação.

QUADRO 2 - Número Máximo de Aspersores nas Tubulações Laterais como Função do Espaçamento entre eles e a Vazão de cada Aspersor - Cimento Amianto ETERNIT

Diâmetro Nominal		Classe	Diâmetro Externo.	Pressão de Serviço	Espaçamento entre Aspersorres - m	VAZÃO EM CADA ASPERSOR m^3/h										
mm	Pol.	mm	mm	kg/cm^2		0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
50	2	25	68	12.5	6	25	19	15	13	11	12	11	10	10	9	8
					9	22	16	13	11	10	10	9	8	8	8	7
					12	19	15	12	10	9	9	8	7	7	7	6
					18	16	13	11	9	8	8	7	6	6	6	5
60	$2^{1/2}$	25	78	12.5	6	35	26	23	20	17	16	15	14	14	13	12
					9	30	23	20	17	15	14	13	12	10	10	9
					12	27	20	18	15	14	13	12	11	10	9	9
75	3	20	93	10.0	6	51	40	34	30	26	25	23	21	20	19	18
					12	40	31	27	23	20	19	17	16	16	15	14
100	4	15	118	7.5	18	35	27	23	20	17	16	15	14	14	13	12
					6	85	65	57	49	43	41	38	35	34	32	30
					9	74	56	49	42	37	36	33	30	29	27	26
125	5	15	171	7.5	12	66	50	44	38	34	32	29	27	26	25	23
					18	57	44	38	33	29	28	25	23	23	21	20
					6	124	96	83	72	64	61	56	51	50	47	44
					9	107	83	72	63	55	52	48	44	43	40	38
					12	97	75	65	56	50	47	43	40	39	37	35
150	6	15	175	7.5	18	85	64	57	49	43	41	37	34	34	32	30
					6	170	130	113	99	87	83	77	71	69	64	61
					9	148	114	99	85	76	72	66	61	59	55	52
					12	133	102	90	77	69	65	60	55	53	50	47
					18	115	88	77	67	59	56	51	48	46	43	41
PRESSÃO DE SERVIÇO DO ÚLTIMO ASPERSOR					Psi	30		35			40			45		
					kg/cm^2	2.10		2.45			2.80			3.15		
					m	21.10		24.60			28.12			31.63		

EVAPOTRANSPIRAÇÃO, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO ARROZ (Oryza sativa) SOB IRRIGAÇÃO*

Francisco Assis de Oliveira**

RESUMO

*A correlação da evapotranspiração (ET) do arroz com a evaporação do tanque Classe A (EV) apresentou resultados significativos (R = 0,997**), assim como a ET com Índice de Área Foliar (IAF) (R = 0,9303**). Por outro lado, o coeficiente médio de EV (k) determinado para estimar o uso de água pelas plantas (ET = K .EV) foi 0,7558, enquanto que este coeficiente obtido a partir do IAF foi 1,476365. A ET média durante as fases vegetativa, reprodutiva e maturativa da cultura foi 3,87; 6,88 e 4,39 mm/dia, respectivamente. A variação do IAF durante o ciclo da cultura foi de 0,28 a 3,55.*

A distribuição final em peso (g/m^2/profundidade) foi de 70; 16; 9 e 5% para as camadas do solo de 0 - 10; 10 - 20; 20 - 30 e 30 - 40 cm, respectivamente. O "stand" inicial e final foi de 276,5 perfilhos/m^2, a cultura foi de 70,7 cm e a produção foi de 4.695 kg/ha.

SUMMARY

The evapotranspiration (ET) of rice and the evaporation of a class A tank (EV) showed significant correlation (r = 0.997) as well as the ET as compared with the leaf area index (LAI) (r = 0.930). On the other hand, the EV medium coefficient (K) determined in order to estimate the water use by plants (ET = K . EV) was egual to 0.7558, while this same parameter, when obtained from the LAI, was 2.476365. The ET medium during crop vegetative, reproductive and maturation stages was 3.87; 6.88 and 4.39 mm/day, respectively. The LAI variation during the crop cicle was 0.28 to 3.55.

The final distribution of roots in weight (g/m^2/ depth), was 70; 16; 9 and 5% in the soil layers of 0-10; 10-20; 20-30 and 30-40 cm, respectively. The initial and final stand was 276.5 shoots/m^2, the height 70.7 cm and the production 4.695 kg/ha.

INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz no Brasil é feito, em sua maioria, sem irrigação, limitando-se principalmente à água das chuvas, o que nem sempre satisfaz as exigências hídricas da cultura refletindo, consequentemente, em rendimentos irregulares. Entretanto, para a prática de irrigação, é necessário determinar o consumo diário d'água pelas plantas para cada condições de solo e clima.

A evapotranspiração (ET), representa a quantidade de água que deve ser aplicada em intervalos apropriados para manter o balanço de água do solo favorá

(*) Contribuição do Convênio EMBRAPA/CODEVASF/(UEPAE/BARREIRAS).

(**) Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador em Irrigação - EMBRAPA/UEPAE/ BARREIRAS.

vel ao crescimento das plantas. Este parâmetro, ET, vem sendo dimensionado, para a maioria dos projetos de irrigação do Brasil, através de fórmulas empíricas determinadas por HARGREAVES (1974), THORNTHWAITE (1948), PENMAN (1948) e BLANEY e CRIDDLE (1962). BEIRSDORF & MOTA (1976), fizeram em Pelotas RS, a correlação da evaporação em tanque vegetado com arroz, com a fórmula de PENMAN, THORNTHWAITE e do tanque tipo A, constataram que em termos práticos, o melhor método de estimar a ET do arroz seria o uso do tanque tipo A. O uso de lisímetros ainda é um método que afere precisão para determinar a ET (PELTON 1961), porém este aparelho nem sempre se encontra em disponibilidade nas áreas experimentais. Por outro lado, o método gravimétrico permite determinar a ET das culturas deste que se conheça o moviemnto de água através do perfil do solo.

Segundo GERMEK et alii (1950), as duas terças partes do sistema radicular do arroz se encontram nos cinco centímetros iniciais do perfil do solo e que 95% do total em peso das raízes estão nos primeiros 15 cm.

Os objetivos do presente trabalho foram correlacionar a Evapotranspiração (ET) da cultura, com a Evaporação do tanque Classe A (EV) e com o Índice de Área Foliar (IAF), assim como determinar o desenvolvimento radicular durante a fenologia da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental do Projeto de Irrigação de São Desidério, em Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média, pH 5,7, alta saturação de bases trocáveis e condutividade elétrica com 0,49 mmhos/cm a 25°C. O clima é tropical chuvoso e se adapta ao tipo Aw de KOEPPEN (1948) com precipitação média anual de 1020mm, apresenta dois períodos distintos, um chuvoso, de outubro a abril, e outro seco, de maio a setembro, temperatura média de 24°C e umidade relativa média de 68%, latitude de 11°50'S de Greenwich, longitude 45°02'WG e altitude 473 m.

Efetuou-se o plantio em 01.06.77, utilizando-se a cultivar de arroz (Oryza sativa L.), IAC 1246, com espaçamento de 0,40cm entre fileiras contínuas e densidade de plantio de 80 kg de sementes/ha. A área da parcela foi de 48m² com cinco repetições, os sulcos foram construídos em nível e fechados nas extremidades para evitar a perda de água por escorrimento superficial. Utilizou-se uma adubação básica de 80 kg de fósforo e 100 kg de nitrogênio, sendo aplicada ao solo conforme recomendações técnicas.

Estabeleceu-se irrigar a cultura sempre que a camada do solo explorada pelas raízes perdesse 35% da umidade disponível. A água foi aplicada nos sulcos volumetricamente com o uso de sifões calibrados e o controle da umidade do solo foi feito pelo método gravimétrico em intervalos de 0 a 15, 15 a 30, 30 a 45 e 45 a 70cm do perfil do solo. Determinou-se o uso da água pela cultura por diferença da umidade do solo após e antes das irrigações.

Para determinação do Índice de Área Foliar (IAF) escolheu-se, ao acaso, 10 dias após a emergência, dois pontos por parcela útil e em cada ponto identificaram-se 10 plantas em meio metro da fileira, nestas plantas fizeram-se as medidas para o cálculo do IAF durante a fenologia da cultura. Procedeu-se ao cálculo do IAF, segundo recomendações de GOMEZ (1972), onde: Área Foliar (AF) = K.W.L.

Sendo que K é um fator de correção que recebe o valor de 0,67 para o estádio inicial e o de maturação das plantas, e o valor 0,75 para o restante do ciclo da cultura, L e W representam o comprimento e a máxima largura das folhas, respectivamente, e IAF = AF. Nº de Perfilhos/m^2/m^2.

Para o desenvolvimento do sistema radicular, procurou-se seguir as recomendações da metodologia descrita por VEIGA & OLIVEIRA (1976). Nos locais das fileiras previamente selecionados, coletou-se material em área de 0,4 x 0,4m em intervalos de 0,1m até a profundidade 0,4m do perfil do solo. O solo foi pesado e adicionada igual quantidade de peso de uma solução de Metafosfato de sódio solúvel (100 g/20 litros d'água), agitou-se a mistura e se deixeou em repouso du-

rante 12 horas. As raízes foram separadas do solo em peneira de malha de 2 mm com aplicação de água corrente. Após separar todo o material inerte, as raízes foram secadas à estufa e os resultados transformados em percentagem de peso por metro quadrado por profundidade.

Para a observação dos dados fenológicos da cultura, seguiu-se as instruções do Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1977). Durante o ciclo da cultura foram anotados os dados da EV diários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da cultura foi de 135 dias, estando, assim, distribuídos entre as fases: vegetativa, reprodutiva e maturativa, 60, 38 e 37 dias, respectivamente. Os resultados obtidos estão condensados no Quadro 1 e nas Figuras 1, 2 e 3. Considerando-se o número de stand inicial e final, este apresentou valor médio de 276,5 Perfilhos /m^2 para ambos os períodos, altura final média de 70,7 cm e produção média 4695 kg/ha.

QUADRO 1 - Stand inicial e final, altura final das plantas e produção do arroz em casca com teor de umidade corrigido para 13%.

REPETIÇÕES	STAND (Perfilhos/m^2)		ALTURA (cm)	PRODUÇÃO (kg/ha)
	INICIAL	FINAL		
1ª.	267,5	275,0	74,0	4279
2ª.	262,5	257,5	70,2	4479
3ª.	222,5	262,5	61,3	4879
4ª.	400,0	355,0	72,6	5742
5ª.	230,0	232,0	72,6	4096
MÉDIAS	276,5	276,5	70,7	4695

A correlação da Evapotranspiração (ET) da cultura com a Evaporação do tanque Classe A (EV) apresentou resultados significativos (R = 0,997**), assim como a ET com o Índice de Área Foliar (IAF) apresentou (R = 0,9303**). Os coeficientes encontrados foram positivos, o que equivale dizer que um aumento na EV e no IAF ocorrerá maior uso de água pelas plantas. Por outro lado, o coeficiente médio (K) de evaporação, determinado para ser usado com EV para estimar o uso de água pelas plantas (ET = K.EV) foi 0,75548, enquanto que este coeficiente médio determinado a partir do IAF foi 1,476365 (Figuras 1 e 2). A Evapotranspiração - média (mm/dia) para as fases vegetativa, reprodutiva e maturativa, foi de 3,87; 6,88 e 4,39, respectivamente. O IAF variou de 0,28 a 3,55 durante o ciclo da cultura, tendo o valor máximo correspondido à fase reprodutiva.

Os resultados da distribuição do sistema radicular estão apresentados na Figura 3; pode-se observar que a concentração das raízes, na camada de solo de 0 a 10cm, variou de 100 a 70% durante o ciclo da cultura, enquanto nas camadas de 10 a 20; 20 a 30 e 30 a 40cm variou de 13 a 22%; 3 a 9% e de 3 a 5%, respectivamente. Estes resultados, em parte, não estão compatíveis com os encontrados por GERMEK et alii (1950), possivelmente a metodologia, quanto aos intervalos de profundidade do solo para coleta das raízes e a cultivar utilizada, tenha sido a principal causa.

BIBLIOTECA - UFPB CAMPUS VII - PATOS - PB.

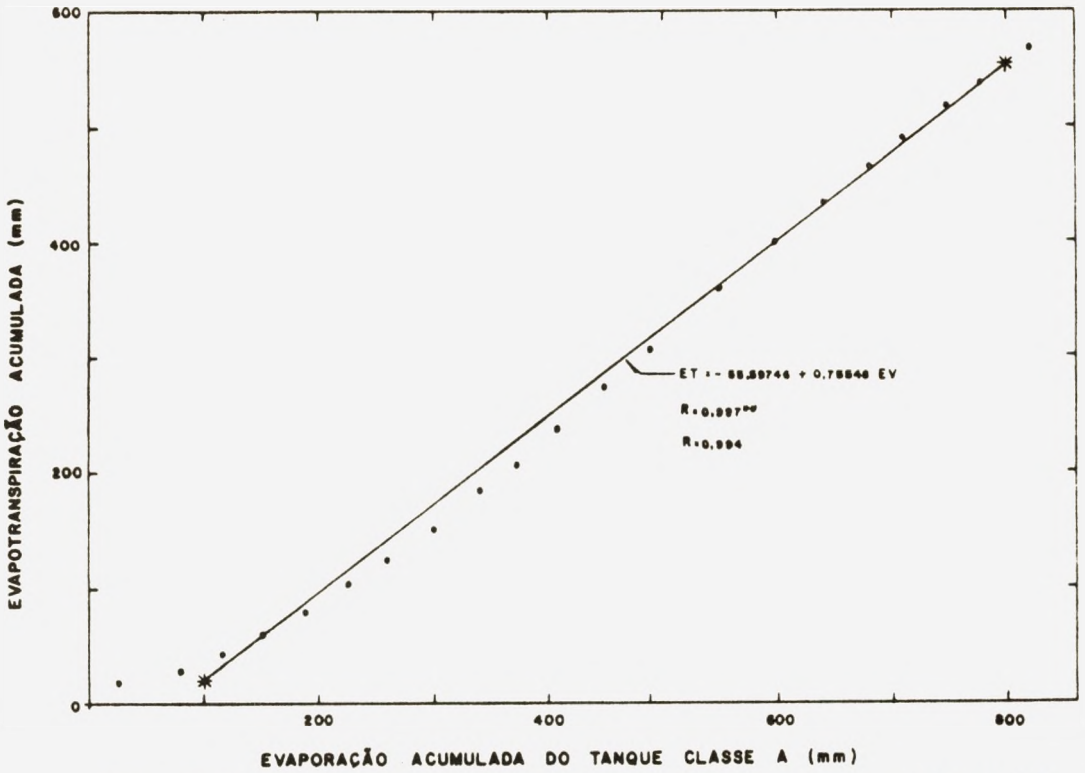


FIGURA 1. CORRELAÇÃO ENTRE ET ACUMULADA DO ARROZ OBTIDA EM PARCELAS EXPERIMENTAIS AO NÍVEL DE 65% DE UMIDADE DO SOLO E A EVAPORAÇÃO ACUMULADA DO TANQUE CLASSE A

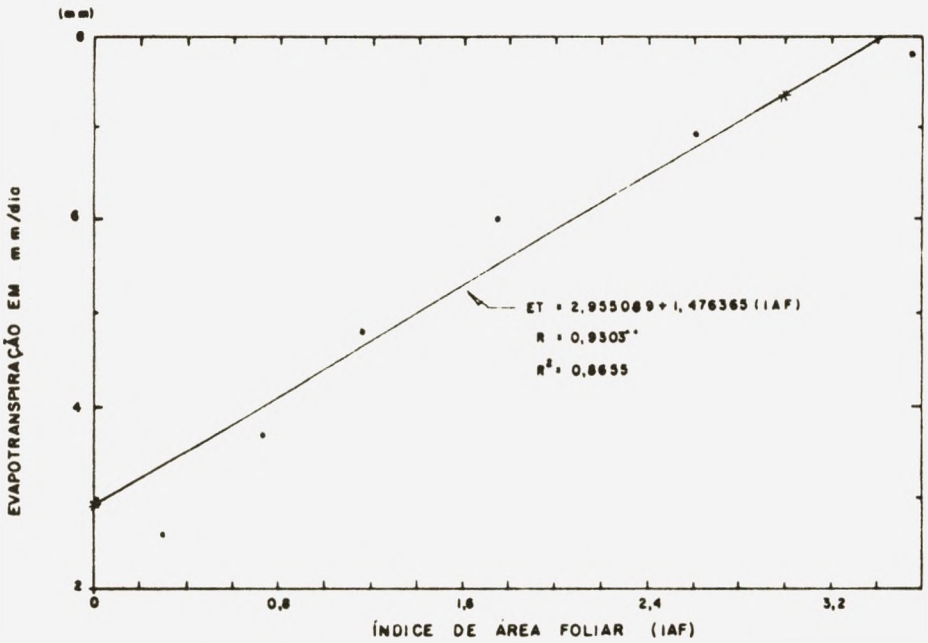


FIGURA 2: CORRELAÇÃO ENTRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO E O IAF DA CULTURA DURANTE O PERÍODO EM QUE O CONSUMO D'ÁGUA PELAS PLANTAS FOI CRESCENTE.

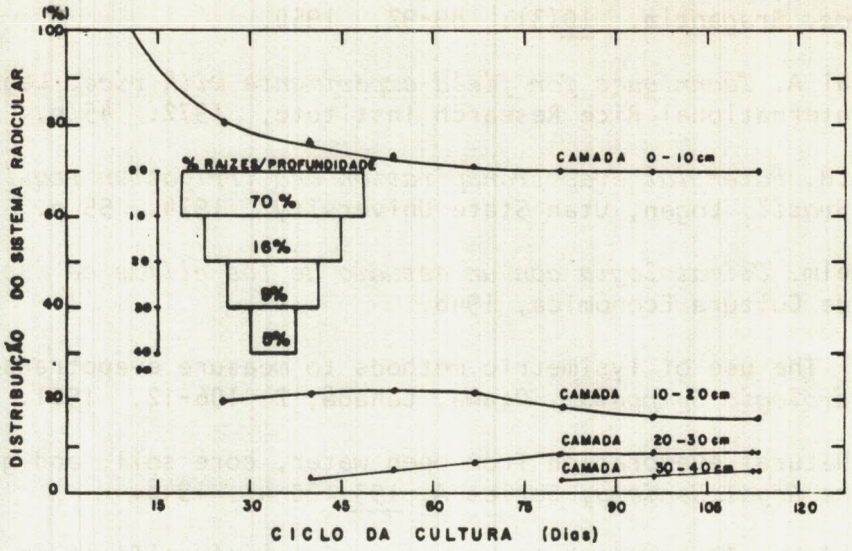


FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DURANTE A FENOLOGIA DA CULTURA DO ARROZ - IAC.1246 EM PERCENTAGEM DO PESO DAS RAIZES/m^2 NAS PROFUNDIDADES DE: 0-10; 10-20; 20-30 e 30-40cm DO SOLO.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

1. A correlação da ET com EV apresentou resultado significativo (r = 0,997**), o mesmo ocorrendo com a correlação entre a ET e o IAF (r = 0,9303**).
2. O coeficiente médio (K) para estimar o uso de água pelas plantas a partir da EV foi 0,75548, enquanto que, para esta estimativa a partir do IAF, o coeficiente encontrado foi 1,476365.
3. A ET média (mm/dia) usada pelas plantas durante as fases vegetativa, reprodutiva e maturativa, foi de 4,39; 6,88 e 4,39, respectivamente. O IAF variou de 0,28 a 3,55 durante a fenologia da cultura.
4. A percentagem final do peso das raízes (g/m^2/Profundidade) foi de 70; 16; 9 e 5% para as camadas do solo de 0 a 10; 10 a 20; 20 a 30 e 30 a 40cm de profundidade, respectivamente.
5. Não houve diferença entre os stand médios inicial e final (276,5 Perfilhos/m^2), altura média 70,7cm e produção média 4695 kg/ha.

LITERATURA CITADA

BLANEY, H.F. & CRIDDLE, W.D. *Determining consumptive use and irrigation water requirements*. Washington, U.S. Dep. of Agriculture, 1962. 59 p. (USDA. Technical Bulletion 1275).

BEIRSDORF, Marlene Ivoni Carneiro & MOTA, Fernando Silveira da. Evapotranspiração do arroz irrigado em Pelotas, Rio Grande do Sul. *Ciências e Cultura*, São Paulo, SP, 28(11): 1.329-34. 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia-GO*. Manual de métodos de pesquisa em arroz. Goiânia-GO 1977. 106 p.

GERMEK, Emílio B.; INFORZATO, Romeu & FRANCO, Caraci M. *Estudo do sistema radicular do arroz*. Bragantia, 10(3): 89-92. 1950.

GOMEZ, Kwanchai A. *Tecnniques for field experiments with rice*. Laguna, Phillipines, the International Rice Research Institute, 1972. 45 p.

HARGREAVES, G.H. *Potencial evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil*. Logan, Utah State University. 1974. 55 p.

KOEPPEN, Wilhelm. *Climatologia con un estudio de los climas de los terras*. México, Fondo de Cultura Econômica, 1948.

PELTON, W.L., The use of lysimetric methods to measure evapotranspiration. *Proceeding Hydrologic Symposium*, Otawa, Canadá, 2: 106-12. 1961.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, core soil, and grass. *Proceeding of the Royal Society*, Series A, 193:120-45. 1948.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. *The Geographical Review*, 38: 55-94. 1948.

VEIGA, Clovis L. & OLIVEIRA, Luiz B. de. Influência do preparo do solo sobre a distribuição de raizes de soja *(Glycinemax (L) Merril)* em solo podzólico vermelho amarelo. *R. do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, RS, 6 (3): 295 - 307, 1976.

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DO ARROZ E POTÊNCIA REQUERIDA PARA BOMBEAMENTO EM SOLO DA DEPRESSÃO CENTRAL*

P.R.C. Rochedo**

RESUMO

O presente trabalho, conduzido na região fisiográfica da Depressão Central RS, teve como objetivo principal, estudar a quantidade de água a aplicar na irrigação do arroz, no solo referente à Unidade de Mapeamento Vacacaí, com a finalidade de determinar a demanda máxima de água de irrigação para três períodos de semeadura e verificar a potência necessária ao bombeamento.

As quantidades de água necessárias a satisfazer os requisitos da transpiração e evaporação da cultura, não variaram entre si, para os três períodos de semeadura. Esses insumos de água pela planta, foram estimados a partir de dados meteorológicos e ajustados através de uma equação de regressão, durante a estação de crescimento do arroz.

Os resultados obtidos mostraram que um provável atraso no preparo do solo que influa diretamente na diminuição do período de semeadura, provocaria um aumento considerável na demanda máxima de água. Em contrapartida, maior será a necessidade da potência a ser instalada para elevar a vazão de pico a uma determinada altura.

SUMMARY

The present work was carried out in the physiographyc region - Depressão Central - of the Rio Grande do Sul. The main objective was to study the amount of water for aplication in the rice irrigation in the zonal soil of the Unidade de Mapeamento Vacacaí in order to determine the biggest water request during three sowing cycles and to verify the necessary pumping power.

The consumptives uses didn't show variations between the three sowing cycles. These water consumptions by the plant were estimated by meteorologic data and adjusted by a equation regression, during the growing station of the rice.

The results obtained showed that a probable delay in the prepare of the soil with direct influence in the decrease of the sowing cycle, would provocate a considerable increase in the biggest request. By the other side, the more will be the necessity of the power to be installed to elevate the discharge of the top at a predetermined height.

INTRODUÇÃO

O arroz no Rio Grande do Sul requer, para pleno desenvolvimento, o uso da prática da irrigação com o objetivo de suprir as ncessidades hídricas requeridas pela planta.

(*) Trabalho apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Hidrologia Aplicada, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

(**) Engº Agrônomo, M.SC. Prof.-Adjunto do Departº de Engenharia Rural da FAEM, UFPel, Pelotas - RS

O método de irrigação empregado é o de inundação contínua, constituindo-se sui-generis, se comparado com a rega de outras culturas.

No Estado, a zona arrozeira está formada por mais de setenta municípios cujo produto é produzido em quantidades econômicamente expressivas, ocupando 3 regiões fisiográficas - Depressão Central, Litoral e Campanha. No ano agrícola 1974/75, a cultura do arroz irrigado, abrangeu uma área de aproximadamente 468.585 ha (INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ, 1976).

Os solos desta área, de acordo com a classificação brasileira proposta pela Divisão de Pesquisa Pedológica, são classificados como Planossolo, Brunizem Hidromórfico e Gley (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973 b).

Estes solos, de uma maneira geral, são mal drenados, quer pela sua topografia predominantemente plana, quer pela camada impermeável à pouca profundidade que apresentam em seu perfil. Esta situação aliada ao fato de se ter excesso de chuvas - MORENO (1961) - implica em um sério problema do solo, pelas dificuldades encontradas na mecanização da lavoura, na época adequada.

Este fato poderá representar aos agricultores:

a) Um aumento no custo da produção, devido ao incremento na maquinaria agrícola para o preparo do solo, permitindo o término da semeadura dentro do período ideal.

b) Uma diminuição drástica do rendimento, devido ao atraso no preparo do solo e, consequentemente, na época de semeadura.

Por outro lado, torna-se imprescindível que seja conhecida a quantidade máxima de água necessária a aplicar na irrigação, uma vez que, a partir dela, serão dimensionados os sistemas de condução, de captação e elevação eletro ou diesel-mecânica das águas de irrigação.

Porém, em decorrência do atraso no preparo do solo e o consequente encurtamento da época de semeadura, a demanda de água será maior em vista da diminuição do espaço de tempo que se terá para fazer o "enchimento da lavoura."

Face ao exposto, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo fundamental de estudar a quantidade de água a aplicar na irrigação do arroz em um desses solos, com a finalidade de:

a) Determinar a demanda máxima de água de irrigação para três períodos de semeadura.

b) Verificar a potência necessária para bombeamento em função da demanda máxima de água de irrigação.

Dos solos com horizonte B textural e argila de atividade alta (Hidromórficos), estudou-se a Unidade de Mapeamento Vacacaí. Os solos dessa Unidade se situam nas várzeas ao longo de rios e arroios da Depressão Central. Ocupam uma área de 1.634.000 ha, o que representa, aproximadamente, cerca de 6,06% da área do Estado (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,1973 b).

Por outro lado, é na região da Depressão Central onde se encontra o maior número de "levantes" do Estado, bem como as maiores alturas manométricas (INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ,1976).

MATERIAIS E MÉTODOS

Serviu como base para execução deste trabalho, o levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,1973 b).

O estudo da Unidade de Mapeamento Vacacaí, deveu-se ao fato de ocupar uma extensa área no Estado e ser explorada aí, econômicamente, a cultura do arroz irrigado.

As análises físicas e hidrodinâmicas do solo em questão, foram estudadas em laboratório pelos métodos seguintes:

- Granulometria: Método da Pipeta

- Densidades aparente e real do solo: Métodos do Anel e Balão Volumétricos, respectivamente.
- Curva de tensão-umidade: Aparelho de Membrana aperfeiçoado por Richards e Panela de Pressão (CAUDURA et alii 1971, HILLEL 1970 e SENTIS et alii 1965).

A quantidade de água requerida pelo arroz, foi estimada climatologicamente pelo método de Penman, tendo por base os valores de evapotranspiração potencial mensal obtidos por MOTA et alii (1971 b) e ajustados pela regressão proposta por BEIRSDORF et alii (1976).

As perdas no e além do horizonte A foram calculadas através da equação de Darcy (MILLAR 1973) enquanto que a eficiência de irrigação (infiltração através da seção dos canais e evaporação) foi estimada em 30% (ONGKINGCO et alii 1975).

O método de irrigação empregado, foi o de inundação contínua estática (DE DATTA et alii 1975), com uma altura de lâmina de água variável com o estágio de desenvolvimento da planta e, fazendo a manutenção da água consumidade por evaporação transpiração e percolação profunda.

A vazão para o cálculo da potência para bombeamento, para diferentes alturas manométricas, foi aquela correspondente à demanda máxima. Entendeu-se como demanda máxima, aquela correspondente à saturação do solo da última parcela plantada e à lâmina correspondente no mesmo período, aplicada nas parcelas que antecederam a última.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 são encontrados os resultados das análises físicas e hidrodinâmicas dos diferentes horizontes da Unidade de Mapeamento Vacacaí.

QUADRO 1 - Análise Física e Hidrodinâmica. Unidade de Mapeamento Vacacaí

DETERMINAÇÕES	VALORES						UNIDADES	MÉTODO
	HORIZONTES							
	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}	B_2C	C		
Condutividade Hidráulica	34,02	31,48	26,60	25,66	$13,208\text{-}10^{-2}$	$11,208\text{-}10^{-2}$	mm/h	Permeâmetro de Carga Constante
Densidade Aparente	1,536	1,545	1,600	1,568	1,325	1,409	g/cm^3	Anel Volumétrico .....
Densidade Real	2,703	2,666	2,857	2,766	2,597	2,778	g/cm^3	Balão Volumétrico .....
Porosidade	42,96	41,95	44,06	43,32	48,85	49,28	%	Relação entre Densidade Real e a Densidade Aparente.
Granulometria:								
Matéria Orgânica	1,28	0,43	0,24	0,12	0,41	0,09	%	Oxidação .....
Areia Grossa	22,58	19,84	20,77	19,04	13,17	7,25	%	Peneiramento .....
Areia Fina	38,42	41,58	43,95	44,14	28,12	23,03	%	Decantação .....
Silte	26,08	20,49	29,58	32,66	22,96	37,71	%	Pipetagem .....
Argila	11,64	9,66	5,46	4,04	35,34	31,92	%	Pipetagem .....
Classificação Textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Argiloso	Franco Argiloso		Triângulo Textural .....
Curva de Tensão-Umidade								
0,1 atm	14,05	15,01	14,52	15,01	24,04	18,50	%	Panela de Pressão .....
0,4 atm	12,97	14,12	13,45	12,96	22,39	17,23	%	Panela de Pressão .....
0,7 atm	11,97	12,97	12,54	12,56	21,32	16,55	%	Panela de Pressão .....
1,0 atm	10,58	11,23	11,24	10,50	19,50	16,09	%	Panela de Pressão .....
3,0 atm	9,05	9,58	10,13	8,99	18,92	15,02	%	Membrana de Richards .....
9,0 atm	8,04	8,50	9,10	8,06	16,85	13,58	%	Membrana de Richards .....
15,0 atm	6,96	7,54	8,08	7,51	14,49	12,52	%	Membrana de Richards .....

Fazendo um paralelo entre o valor obtido com o apresentado por SACHET (1977), observa-se que aquele está próximo ao citado, o que assegura a confiança nele depositada.

Na Figura 1, estão representadas as potências requeridas para bombeamento, por hectare, para três vazões contínuas correspondentes às demandas máximas para diversas alturas manométricas.

Tomando por base que a altura média dos levantes na Depressão Central é em torno de 6,5m e que a medida em que diminui o período de plantio maior será a necessidade da potência a ser instalada, obteve-se, desta forma, os seguintes valores:

a) Primeiro período de plantio (45 dias), 3,27 l/s.ha - 0,40HP/ha
b) Segundo período de plantio (30 dias), 3,74 l/s.ha - 0,46HP/ha
c) Terceiro período de plantio (15 dias), 5,17 l/s.ha - 0,63HP/ha

Por outro lado, se for levado em consideração o valor da potência obtida no terceiro período, com o estabelecido pelo IRGA (1975) para a determinação do custo do "equipo" da irrigação mecânica, conclui-se que tais valores são comparáveis entre si.

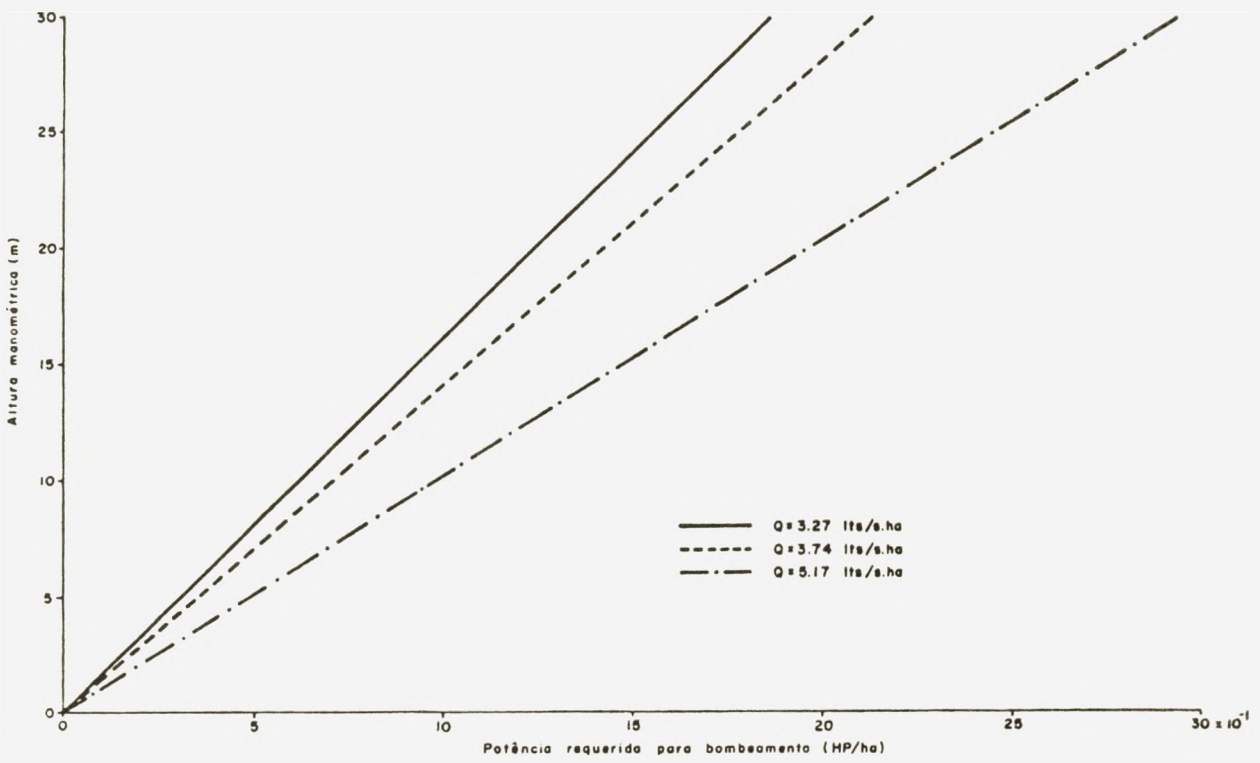


FIGURA 1 - Potência requerida para bombeamento em função de várias alturas manométricos.

Numa visão geral sobre o referido quadro, pode-se dizer que as determinações deste solo estão coerentes com os princípios da Física do Solo, ou seja, apresentam valores proporcionais com o aumento e/ou diminuição do teor de partículas finas (silte e argila) no solo.

No Quadro 2 são apresentados os valores do consumo mensal e diário para a cultura do arroz, para a região fisiográfica da Depressão Central.

QUADRO 2 - Quantidade de água requerida pela cultura do Arroz, na depressão central. Valores mensais e diários.

MESES	ET (mm)	EVP (mm)	EVP (mm/dia)
Outubro	102,0	167,9	5,42
Novembro	126,7	207,3	6,91
Dezembro	149,0	243,2	7,84
Janeiro	149,7	244,3	7,88
Fevereiro	122,0	199,5	7,13
Março	102,3	168,5	5,43
Abril	63,7	106,5	3,55

Observando-se os valores apresentados, verifica-se que existe uma variação nos dados da evapotranspiração do arroz.

Também, pode ser observado que nos meses de dezembro e janeiro, a evapotranspiração é máxima. Isto vem confirmar as afirmações de MOTTA et alii (1970) como também as de DE DATTA et alii (1975) que dizem que durante a estação seca, as grandes superfícies irrigadas poderão necessitar de uma quantidade de água um tanto maior.

Por outro lado, os compoentes da demanda média são apresentados no Quadro 3, em mm, m^3/ha e em percentagem.

QUADRO 3 - Componentes da demanda média de água para o Arroz em mm, m^3/ha e em percentagem.

COMPONENTES DA DEMANDA	mm	m^3/ha	%
Saturação do Reservatório do Solo	355,5	3555,0	14,8
Evapotranspiração	784,8	7848,0	32,7
Manejo de Água	120,0	1200,0	5,0
Percolação Profunda	419,7	4197,0	17,5
Perdas no Sistema de Condução e de Distribuição	720,0	7200,0	30,0
TOTAL	2400,0	24000,0	100,0

Embora seja um valor demasiadamente alto, muitas vezes os sistemas de condução e de distribuição da água de irrigação são construidos, inevitavelmente em locais onde as perdas d'água são mais acentuadas.

SACHET (1977), em Cachoeirinha-RS, demonstrou que no período agrícola de 1976/77, o consumo de água para o arroz foi de 836,7 mm.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi executado o trabalho, pode-se tirar as seguintes conclusões:

1. Na impossibilidade de se determinar a quantidade de água requerida por uma cultura, as técnicas para estimá-la, a partir de dados meteorológicos, apresentam resultados satisfatórios, mormente se o método empregado for o de Penman.

2. É viável estimar a evapotranspiração do arroz em períodos de 5 anos, através da regressão proposta por BEIRDORF et alii (1976).

3. Considerando um período de irrigação de 105 dias, o valor correspondente à evapotranspiração do arroz, para a Depressão Central, foi de 784,8 mm.

4. Os três períodos de plantio não produziram diferenças no cálculo da demanda média de água para o arroz na região estudada.

5. Um provável atraso no preparo do solo que influe diretamente na diminuição do período de plantio do arroz, provocaria um aumento considerável na demanda máxima de água.

6. Para os solos da Unidade de Mapeamento Vacacaí, os valores correspondentes à demanda máxima, variaram de 3,27 a 5,17 l/s.ha, o que evidencia o alto teor de umidade necessário para saturá-los.

7. À medida que diminui o período de plantio, maior é a necessidade da potência a ser instalada para o atendimento da demanda de pico.

8. A potência instalada na região fisiográfica da Depressão Central - 1,71 HP/ha - é demasiadamente alta para atender a demanda máxima.

9. A potência necessária para elevar 5,17 l/s.ha até a altura de 6,5 m, foi bastante próxima daquela estabelecida pelo IRGA (1975).

Face às conclusões a que se chegou e levando em consideração (a) a evolução acelerada do custo do combustível líquido no País, decorrente da crise internacional criada pelos países exportadores de petróleo e, (b) uma possível reformulação do processo de irrigação com energia diesel para irrigação com energia elétrica, sugere-se que:

1. Sejam analisados, sob tal ângulo, os processos de captação e elevação eletro ou diesel mecânicos das águas de irrigação na região da Depressão Central, tendo em vista o alto valor da potência instalada naquela região.

2. Como os valores da demanda de água para o arroz variam de acordo com as condições locais do solo e clima, sugere-se que se determine as demandas máximas com o objetivo de verificar as potências necessárias para bombeamento nas distintas regiões que compõem a zona arrozeira do Estado.

3. Seja adotado, para o plantio, um planejamento de semeadura escalonada em função da pouca disponibilidade de tempo existente, mormente se o atraso for decorrente da precipitação.

4. Para a Depressão Central, especificamente na Unidade de Mapeamento Vacacaí, sejam adotados valores de 3,27 a 5,17 l/s.ha, para o cálculo de instalações eletro ou diesel mecânicas de captação e elevação das águas de irrigação para o planejamento da capacidade dos canais de irrigação.

LITERATURA CITADA

BEIRSDORF, M.I.C. et alii. Evapotranspiração do arroz irrigado em Pelotas, RS, *Ciência e Cultura*. 28 (11): p. 1329-34. 1976.

CAUDURO, F.A. et alii. *Manual de Laboratório*. Determinação das Constantes Físicas e Hidrodinâmicas dos Solos. UFRGS. 1971. p. 1-53.

DE DATTA, S.K. et alii. *Cultivo del Arroz. Manual de Producion*. Escuela de Agricultura, Universidad de Filipinas. Editorial Limusa. México. 1975. p. 121-27.

HILLEL, D. *Solo e Água. Fenômenos e Princípios Físicos*. Departamento de Solos. UFRGS. Porto Alegre-RS. 1970. 231 p.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. *Anuário Estatístico do Arroz. Safra 1974/75*. - Porto Alegre-RS. 1976. 121 p.

MILLAR, A.A. *Relaciones Físicas del Sistema Suelo-Água*. Ministério do Interior. GEIDA-SUDENE. Petrolina-PE. 1973. 40 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. DNPEA. b. divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul*.Boletim Técnico nº 30. Recife-PE. 1973. p. 240-44.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura. Seção de Geografia. Porto Alegre-RS. 1961. 42 p.

MOTA, F.S. et alii. Balanço hídrico do rio grande do sul. *Pesquisa Agro Pecuária Brasileira*. Rio de Janeiro-GB. 5. p. 1-27. 1970.

MOTA, F.S. et alii. b. Fatores determinantes do rendimento do arroz irrigado no sul do brasil, *Ciência e Cultura*. 23 (2): p. 147-56. 1971.

ONGKINGCO, P.S. et alii. *Cultivo del Arroz. Manual de Producion*. Escuela de Agricultura. Universidad de Filipinas. Editorial Limusa. México. 1975. p. 127-28.

SACHET, Z.P. Consumo de água de duas cultivares de arroz *(Oriza sativa, L)* em três tratamentos de irrigação. *IPH. UFRGS*. Porto Alegre-RS. 90 p. 1977.

SENTIS, I.P. et alii. *Relación Água-Solo-Planta y el Suela com um médico para el Desarrolo de las Plantas. V Curso Nacional de Riego e Drenaje*. Universidad Central de Venezuela. p. 90-111. p. 117-77.

SEÇÃO TÉCNICA

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

ESTUDO DE PULVERIZAÇÃO A BAIXO VOLUME EM CITROS COM ATOMIZADOR DE BOCAIS OSCILANTES

S. Sartori*
A.I. Honda**

RESUMO

A técnica de pulverização a baixo volume para o tratamento fitossanitário da cultura de citrus é comparada com a técnica tradicional de pulverizações com pistolas.

Testes de controle do ácaro da ferrugem, Phyllocoptruta oleivora (Ashm) e da verrugose de citrus causada pelo fungo Elsinoe australis, serviram de critério para a avaliação das técnicas. Pulverizações de 1 a 2 litros por planta foram equivalentes a 7 e 10 litros por planta. No controle do ácaro da ferrugem, pulverizações com 2 litros por planta apresentaram 7% de frutos manchados enquanto a testemunha 70%. Para a verrugose se apresentaram 4% contra 40% na testemunha.

As aplicações a baixo volume foram feitas com um Atomizador BV-Jacto, dotado de bocais oscilantes, especialmente adaptado para os estudos.

SUMMARY

The low-volume spray technique for citrus protection is compared with the usual gun-spray practice.

Controled field tests using both practices and the "citrus rust mite" - Phyllocoptruta oleivora (Ashm) and the disease caused by the fungus Elsinoe australis as indicators, were performed for comparison between techniques. The results show that 1 to 2 liters per plant were equivalent to 7 to 10 liters per plant. In the "citrus rust mite" control test, 2 liters per plant presented 7% of spotted fruits versus 70% mesured on the "control plot". In the Elsinoe australis control the data show 4% control against 4% on the "control plot".

The low-volume spray applications were performed with an "Atomizador BV-Jacto" specially adapted for these studies with oscilating outlets.

INTRODUÇÃO

A citricultura tem-se ressentido da falta de equipamentos adequados para o tratamento fitossanitário. Em levantamentos realizados no inínio de 1973, verificou-se que a técnica até então utilizada, pulverizações com pistolas, era extremamente onerosa. Essa técnica que aplica de 10 a 20 litros por planta, apresenta uma baixa produção diária, cerca de 3 a 4 hectares por dia, e requer 3 operadores. Utiliza pressões de 30 a 40 kg/cm^2 que, com a ação abrasiva dos defensivos e adubos foliares pulverizados, causam um desgaste excessivo das bombas e bicos.

(*) Engenheiro Mecânico, M.Sc e Dr. Eng., Diretor Pesquisa e Desenvolvimento Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

(**) Engenheiro Agrônomo, Coordenador da Área de Pulverização - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

Com o objetivo de investigar técnicas alternativas, o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas Jacto, iniciou em 1973 um programa de estudo, que resultou no Atomizador AJ 400-OS. Parte dos estudos elaborados é aqui resumida:

1º Estudo: Avaliação das perdas por escorrimento nas pulverizações convencionais em citros

2º Estudo: Comparação de eficiência de controle do ácaro da ferrugem, Phyllocopotruta oleivora (Ashm) com pulverizações a baixo volume e volume convencional.

3º Estudo: Ensaio de controle da verrugose de citros Elsinoe australis com pulverizações a baixo volume e volume convencional.

1. AVALIAÇÃO DAS PERDAS POR ESCORRIMENTO NAS PULVERIZAÇÕES CONVENCIONAIS EM CITROS

1.1. Materiais e Métodos

Em todos os tratamentos utilizou-se um pulverizador com pistolas, disco com orifício 1,6mm, operando a pressão de 28 kg/cm^2 e vazão de 15 litros por minuto. O produto aplicado foi água e espalhante adesivo na proporção de 20 mililitros de espalhante por 100 litros de água.

O teste foi realizado em Rinópolis, em pomar de variedade "Pera Rio", 7 anos de idade, 5 metros de altura e diâmetro da projeção da copa de 4 metros.

Utilizou-se dois métodos para a medição do volume de líquido por escorrimento:

Método A: Estendeu-se um encerado plástico sob a copa da planta e sobre ela, colocou-se camadas de pano (estopa) para absorver o líquido.

Método B: Sobre o encerado plastico foi distribuída uma mistura de pó de serra e pó de desempenadeira (50% em peso de cada elemento)

Em ambos os métodos, os materiais absorventes foram coletados 10 minutos após a pulverização e pesados. A diferença de peso antes e após a aplicação foi considerada como o peso do líquido perdido por escorrimento.

1.2. Resultados e Análise

As perdas para volumes de 10 e 15 litros por planta medidas pelos dois métodos, são apresentadas no Quadro 1. Note-se que 30% a 40% do ingrediente ativo aplicado correspondente às perdas por escorrimento, não permanecem na planta.

QUADRO 1 - Avaliação da perda por Escorrimento nas Pulverizações Convencionais em Citros - Dezembro de 1973

VOLUME	MÉTODO DE COLETA	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIFERENÇA DE PESO	VOLUME COLETADO	PERDA DE PRODUTO	MÉDIA
l/pl	-	Kg	Kg	Kg	l (*)	%	%
10	Estopa	20,4	23,4	3,0	3,0	30	32
		24,2	27,4	3,2	3,3	33	
15	Estopa	26,9	26,7	5,8	5,9	39	40
		22,3	28,3	6,0	6,1	41	
10	Pó de Serra	23,8	26,5	2,7	2,8	28	29
		24,6	27,5	2,9	3,0	30	
15	Pó de Serra	24,6	29,7	5,1	5,2	35	36
		25,6	31,1	5,5	5,6	37	
						MÉDIA	34

(*) Densidade do produto: 0,98 kg/l

2. COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIA DE CONTROLE DO ÁCARO DA FERRUGEM Phyllocoptruta oleivora (Ashm) COM PULVERIZAÇÕES A BAIXO VOLUME E VOLUME CONVENCIONAL

2.1. Materiais e Métodos

O ensaio foi realizado em duas regiões citrícolas do Estado de São Paulo em janeiro de 1974. Em Bastos, na variedade ponkan (8 anos de idade, espaçamento 7 por 7 metros) e em Viradouro na Pera Rio (6 anos, 7 por 6 metros).

Utilizando-se o Atomizador BV-Jacto, dotado de bocal oscilante manualmente, aplicaram-se volumes de 0,5 a 2,0 litros por planta. Aplicações com 7 e 10 litros por plante foram realizadas com pulverizadores convencionais de pistolas. O produto químico utilizado foi o clorobenzilato, em quatro aplicações por tratamento, Quadro 2.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela constou de 32 plantas, utilizando-se 10 plantas para amostragem. A avaliação da população de ácaros foi feita pela contagem do número de ácaros nos frutos. Em cada planta foram analisados 4 frutos por posição (baixo interno, baixo externo, médio interno, médio externo), totalizando 16 frutos por planta.

Em cada fruto foram feitas 22 leituras: 7 no polo inferior, 7 no polo superior e 8 na parte central. Estes valores foram classificados em porcentagem de frutos com ácaros e número de ácaro por fruto atacado.

QUADRO 2 - Tratamentos Utilizados no Controle do Ácaro da Ferrugem - 1974

LOCAL	CULTIVAR	IDADE (ANOS)	PULVERIZADOR	VOLUME l/pl	DOSAGEM Prod.Comerc l/ha	DOSAGEM P.A ml/pl
Bastos	Ponkan	8	Atomizador BV Bocal Oscilante	1,0	2,0	2,5
				1,5		
				2,0		
			Pistolas	10,0	2,0	2,5
			Testemunha			
Viradouro	Pera Rio	6	Atomizador BV Bocal Oscilante	0,5	1,5	1,6
				1,0	1,5	
				1,5	1,5	
			Pistolas	7,0	1,5	1,6
			Testemunha			

2.2. Resultados e Análise

Os Quadros 3, 4 e 5 e a Figura 1, mostram os resultados do experimento de Viradouro; enquanto os Quadros 6, 7 e 8 e a Figura 2 apresentam os valores que ocorreram em Bastos.

Os resultados mostram que o uso de baixos volumes e a técnica utilizada podem substituir com vantagens o processo convencional, com pistolas, no controle do ácaro da ferrugem.

Além de equipararem com o controle obtido naquelas regiões, mostram nítida tendência em superá-los.

QUADRO 3 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem -(Média de 4 Posições Amostragem da Colheita)

LOCAL	PULVERIZADOR	VOLUME litros/planta	BLOCOS I	II	III	IV	MÉDIA
Viradouro	Atomizador BV Bocal Oscilante	0,5	20,0	12,5	22,5	15,0	17,5 b
		1,0	7,5	7,5	7,5	5,0	6,9 a
		1,5	2,5	5,0	5,0	2,5	3,8 a
	Pistola	7,0	15,0	12,5	12,5	12,5	13,1 b
	Testemunha	-	77,5	62,5	62,5	80,0	70,6 c

CV = 12,5%

QUADRO 4 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem -(ARC SEN $\sqrt{\%}$)

TRATAMENTO (l/pl)	BLOCOS				TOTAL	MÉDIA
	I	II	III	IV		
1 (0,5)	26,6	20,7	28,32	22,8	98,4	24,6 b
2 (1,0)	15,9	15,9	15,9	13,6	61,3	15,3 a
3 (1,5)	9,1	13,6	13,6	9,1	45,4	11,4 a
4 (7,0)	22,8	20,7	20,7	20,7	84,9	21,2 b
5 (0)	61,7	52,2	52,2	63,4	229,5	57,4 c
TOTAL	136,1	123,1	130,7	129,6	519,5	-
MÉDIA	27,2	24,6	26,1	25,9	-	25,98
D M S = 0,1% = 8,64			1% = 6,12		5% = 4,36	

QUADRO 5 - Número de Ácaro por Fruto Atacado - Viradouro (Média das Amostragens)

PULVERIZADOR	VOLUME litros/planta	BLOCOS				TOTAL	MÉDIA
		I	II	III	IV		
BV	0,5	10,3	11,7	11,4	10,9	44,3	11,0
	1,0	5,5	5,4	6,3	4,6	21,8	5,4
	1,5	2,7	3,0	2,1	2,1	9,9	2,5
Pistola	7,0	7,5	7,6	7,0	6,6	28,7	7,2
Testemunha	0,0	37,4	37,7	37,1	37,1	149,3	37,3
TOTAL		63,4	65,4	63,9	63,9	254,0	

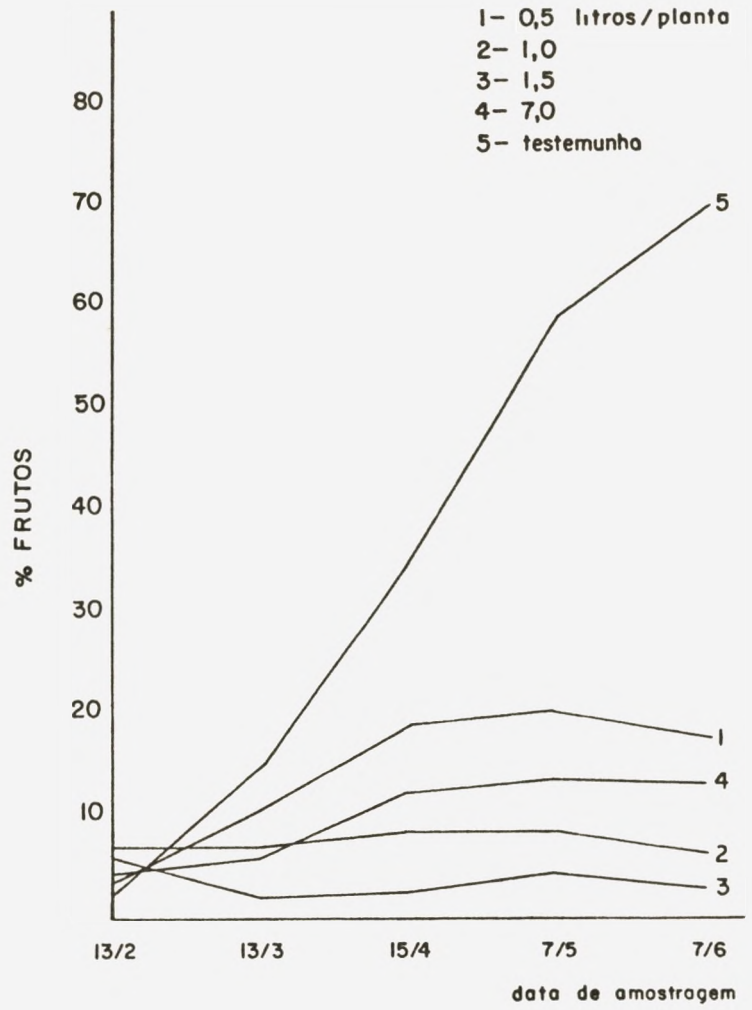


FIGURA 1 - Porcentagem de Frutos com Ácaros (média de 4 posições) Viradouro

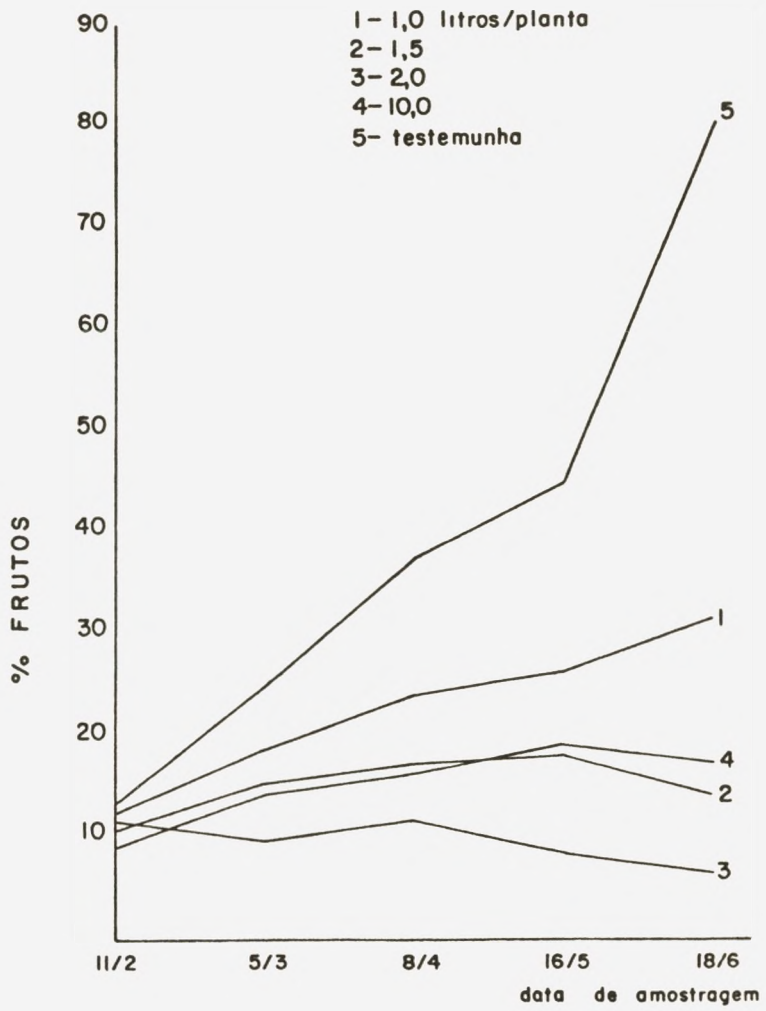


FIGURA 2 - Porcentagem de Frutos com Ácaros (média de 4 posições) Bastos

QUADRO 6 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem - (Média de 4 Posições Amostragem na Colheita)

LOCAL	PULVERIZADOR	VOLUME litros/planta	B L O C O S				MÉDIA
			I	II	III	IV	
Bastos	Atomizador BV Bocal Oscilante	1,0	32,5	30,0	25,0	30,0	29,4 b
		1,5	12,5	17,5	20,0	10,0	15,0 a
		2,0	10,0	10,0	5,0	2,5	6,9 a
	Pistola	10,0	12,5	17,5	20,0	20,0	17,5 a
	Testemunha	-	82,5	82,5	55,0	75,0	73,8 c

CV = 23,9%

QUADRO 7 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem - (ARC SEN $\sqrt{\%}$)

TRATAMENTO (1/pl)	B L O C O S				TOTAL	MÉDIA
	I	II	III	IV		
1 (1,0)	34,8	33,2	30,0	33,2	131,2	32,8 b
2 (1,5)	20,7	24,7	26,6	18,4	90,4	22,6 a
3 (2,0)	18,4	18,4	12,9	9,1	58,8	14,7 a
4 (10,0)	20,7	24,7	26,6	26,6	98,6	24,7 a
5 (0)	65,3	65,3	47,9	60,0	238,5	59,7 c
TOTAL	159,9	166,3	144,0	147,3	617,5	
MÉDIA	32,0	33,3	28,8	29,5		30,9
D M S	0,1% = 20,7		1,% = 14,7		5% = 10,5	

QUADRO 8 - Número de Ácaro por Fruto Atacado - BASTOS - SP
(Média de 4 Amostragens)

PULVERIZADOR	VOLUME Litros/planta	B L O C O S				TOTAL	MÉDIA
		I	II	III	IV		
BV	1,0	10,6	10,8	9,4	10,7	41,5	10,4
	1,5	8,6	6,9	7,5	5,8	28,8	7,2
	2,0	3,9	4,2	3,9	2,2	14,2	3,6
Pistolas	10,0	7,7	7,4	7,7	7,9	30,7	7,7
Testemunhas	0,0	39,7	39,8	40,8	39,0	159,3	39,8
TOTAL	-	70,5	69,1	69,3	65,5	274,5	

3. ENSAIO DE CONTROLE DA VERRUGOSE DE CITROS Elsinoe australis COM PULVERIZAÇÃO A BAIXO VOLUME E VOLUME CONVENCIONAL

3.1. Materiais e Métodos

O ensaio foi realizado em Bastos, São Paulo, em setembro de 1976, na variedade ponkan (8 anos de idade, 4,5 metros de altura, espaçamento 9 por 6 m).

Utilizando-se um atomizador BV-Jacto adaptado em carreta com bocal oscilante acionado mecânicamente, aplicou-se 0,5, 1,0 e 2,0 litros por planta. Aplicação com 10,0 litros por planta, para efeito de comparação, foi realizada com pulverizador de pistola. O produto químico utilizado foi oxicloreto de cobre na doagem de 25 gramas/planta.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições.

Cada parcela constou de 16 plantas utilizando-se 4 plantas para amostragem. Para se avaliar o efeito da aplicação do fungicida no desenvolvimento da doença, levantou-se mensalmente o nível de infecção 4 galhos demarcados por planta.

Por ocasião da colheita, analisaram-se todos os frutos da planta, calculando-se a porcentagem de frutos com verrugose.

3.2. Resultados e Análise

As porcentagens de frutos com verrugose para todos os tratamentos na época da colheita, são mostrados nos Quadros 9 e 10. Os resultados mostram não haver diferença significativa entre os diferentes volumes, indicando que o novo processo foi equivalente ao convencional também para o controle da verrugose.

QUADRO 9 - Porcentagem de Frutos com Verrugose -(BASTOS, Junho de 1977
Amostragem na Colheita)

PULVERIZADOR	VOLUME litros/planta	BLOCOS				MÉDIA
		I	II	III	IV	
Atomizador BV	0,5	4,3	3,5	9,5	4,5	5,5 a
Carreta	1,0	2,5	3,3	3,8	7,0	4,2 a
Bocal Oscilante	2,0	2,8	3,8	1,8	2,8	2,8 a
Pistola	10	4,5	4,8	6,3	3,3	4,7 a
Testemunha	-	36,8	37,5	52,0	49,0	43,8 b

CV = 15%

QUADRO 10 - Porcentagem de Frutos com Verrugose -(ARC SEN $\sqrt{\%}$)

PULVERIZADOR	VOLUME litros/planta	BLOCOS				MÉDIA
		I	II	III	IV	
Atomizador BV	0,5	12,0	10,8	18,0	12,3	13,3 a
Carreta	1,0	9,1	10,5	11,2	15,3	11,5 a
Bocal Oscilante	2,0	9,6	11,2	7,7	9,6	9,5 a
Pistola	10	12,3	12,7	14,5	10,5	12,5 a
Testemunha	-	37,4	37,8	46,2	44,4	41,5 b
D M S		0,1% = 8,2		1% = 5,8		5% = 4,1

CONCLUSÃO

Pelos resultados dos estudos apresentados, evidenciou-se a equivalência entre os procesos de baixo volume e convencional, quando utilizada uma atomiza-

ção por bocais oscilantes.

Pulverizações com 1 a 2 litros por planta foram tão eficientes quanto 7 e 10 litros por planta, tanto para o controle do ácaro da ferrugem como, também, para o controle da verrugose.

REFERENCIAS

CASELEY, J.C.; COUPLAND, D.; SIMONS, R.C., Effects of Formulation Volume Rate and Application Method on Performance and Rainfastness of Glyphosate on Agropyron Repens *British Crop Protection, Conference Weeds,* pag. 407-411, 1976.

GUMMESSON, G., Spraying at Different Application Volumes and Different Times of Day. *Dept. of Plant Husbandry,* E1 - E6.

KING, W.J., Ultra-Low-Volume Application of Insecticides to Cotton in the Gambia. *Miscellaneous Report* nº 27, pag. 1-13, 1976.

LAKE, R., The Effect of Drop Size and Velocity on the Performance of Agricultu - ral Sprays, *Pestic Sci,* pag. 515-520, 1977.

MAYBANK, J.; YOSHIDA, K.; SHEWCHUK, S.R., Comparison of Swath Deposit and Drift Characteristics of Ground-Rog and Aircraft. Herbicide Spray Systems Report of the 1975 field Trials. *Saskatchewan Research Council,* pag. 2-25, 1976.

MORTON, N., WIND, Leaf Orientation and ULV Spray Coverage on Cotton Plants. *Fao Plant Protection Bulletin,* Cotton Research Corporation, London, and Lowveld Experiment Station, Big. Bend, Swaziland.

MORRIS, L.A.; MONTGOMERY, M.L; WEBB, W.L.; SCHROEDER Jr., H.J.; GROSS, F., Distribution of 2,4-D and Picloran Applied by a Mist Blower, *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology.* Vol. 16. Nº 6, 1976.

TAKENAGA, T., Ultra low Volume and Low Volume Sprayer for Ground Application, *Japan Pesticide Information,* nº 31, pag. 13-17.

SMITH, D. B.; BURT, E.C.; LLOYD, E.P., Selection of Optimum Spray-Droplet Sizes for Boll Weevil and Drift Control. *Journal of Economic Entomology,* Vol. 68, Nº 3, pag. 415-417, 1975.

SMITH, D. B.; HOTETTER, D. L.; IGNOFFO, C. M., Ground Spray Equipament for Applying Bacillus thuringiensis Suspension on Soybeans. *Journal of Economic Entomology,* Vol. 70, Nº 5, pag. 633-637, 1977.

DESENVOLVIMENTO DE ATOMIZADOR TRATORIZADO A BAIXO VOLUME PARA CITRUS

S. Satori*
J.F.M. Fava**
A.I. Honda***

RESUMO

Baseado em resultados de eficiência de tratamentos com pulverizações a Baixo-volume, 0,5 a 2,0 litros por planta, no controle do ácaro da ferrugem e verrugose, foi desenvolvido um atomizador tratorizado, denominado AJ-400 OS.

O atomizador que aplica de 0,5 a 5,0 litros por planta, tem seu funcionamento baseado no princípio de bocais oscilantes com gerador de gotas tipo turbina atomizadora. O recobrimento e a penetração da pulverização foram determinados para os diferentes parâmetros de projeto da máquina.

O protótipo foi testado em condições reais de trabalho em quatro propriedades rurais da região citrícola de Bebedouro, SP. Foram tratadas 30.000 plantas durante os anos de 1977 a 79 A produção horária obtida foi de 1,5 a 2,0 ha/h.

SUMMARY

Based on the results obtained with the low-volume spray applications - 0.5 to 2.0 liters per plant - in the fungus Elsinoe australis and the "citrus rust mite" control, a so-called JA 400 OS tratorized atomizer was developed.

The atomizer that is able to apply fro 0.5 to 5.0 liters per plant has its functioning principle based on oscilating outlets with a centrifugal droplets generator. The spray coverage an panetrations were determined for the different machine designing parameters.

The prototype machine was field testd during the 1977, 78 and 79 years in the Bebedouro-SP region. Thirty thousand plants in four farms were sprayed each year during this period.

The machine performance during the test was 1,5 to 2,0 ha per hour.

INTRODUÇÃO

A fim de atender às pesquisas de viabilidade técnica das pulverizações a baixo volume em citrus, foram executados alguns equipamentos de pesquisa baseados num Atomizador BV-Jacto. Adaptou-se no atomizador um bocal oscilante que movido inicialmente a mão e depois mecânicamente, pulverizava uma face lateral das plantas de cada vez. O objetivo era correlacionar diferentes níveis de deposição com o controle das pragas e doenças. Esses equipamentos serviram para demonstrar que pulverizações de 1 a 2 litros por planta podiam substituir com vantagens as pulverizações de alta volume de cerca de 10 litros por planta ou mais,

---

(*) Engenheiro Mecânico, M.Sc e Dr. Engº, Diretor Pesquisa e Desenvolvimento Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

(**) Engenheiro Agrônomo M.Sc. Coordenador de Mecânica Agrícola - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

(**) Engº Agrônomo, Coordenador da Área de Pulverização - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

até então utilizadas.

Após os sucessos no controle do ácaro da ferrugem e verrugose em citrus, decidiu-se projetar um atomizador especial para o tratamento de árvores tipo citrus. O resultado foi o Atomizador AJ 400 OS. O atomizador é dotado de dois bocais laterais oscilantes que tratam duas faces de plantas simultâneamente, numa pulverização entre-linhas. Neste trabalho são apresentados, resumidamente, parte dos trabalhos realizados no desenvolvimento da máquina e os resultados da verificação do funcionamento em algumas propriedades agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Equipamento: Foi utilizado o Atomizador Jacto AJ 400 OS com diferentes bocais de atomização. O atomizador caracteriza-se pelo uso de um ventilador radial que aciona dois bocais atomizadores oscilantes. Nos bocais, turbinas atomizadoras fazem a geração das gotas. O bombeamento do defensivo do depósito às turbinas é feito por meio de bomba centrífuga, que é também a responsável pela agitação hidráulica da mistura. O atomizador é montado no sistema de 3 pontos do trator e é dotado de regulagens de amplitude e frequência do movimento oscilatório dos bocais. No estudo, diferentes ângulos de incidência dos jatos nas plantas eram obtidos pela troca dos bocais.

Método de Avaliação da Deposição: A distribuição das partículas de pulverização na copa das plantas foi medida com o uso de traçante fluorescente, primulina e poliglicol. Das plantas pulverizadas foram retiradas amostras em 4 níveis de altura (1,5m, 3,0m, 4,5m e ponteiro), 2 faces (entre-linhas de plantio, EL, e entre-linhas na linha, EP) e duas camadas (externa e interna). A amostragem foi tomada em 4 plantas, sendo 25 folhas em cada posição por planta. O recobrimento de cada folha, observado pela fluorescência do traçante quando submetido à luz negra, foi avaliado segundo o Padrão Fotográfico de Avaliação de Pulverizações do Instituto Agronômico de Campinas - SP. Notas de 0 a 8 (8 para 100% de cobertura) foram atribuídas às folhas. Para a análise da deposição, contaram se as porcentagens de folhas com níveis de deposição alto, médio e fraco. À categoria alto corresponderam as deposições com notas 7 e 8, enquanto que a média as notas 5 e 6.

Método de Avaliação da Eficiência de Controle: Foram selecionadas 4 propriedades na região citrícula de Bebedouro, SP, onde são separadas áreas de 17 a 50 hectares por propriedade. O programa de tratamento sanitário com o Atomizador AJ 400 OS nessas áreas seguiu o programa geral de tratamento das fazendas. Foram feitas amostragens do índice de infestação do ácaro da ferrugem e verrugose. Em cada propriedade o controle foi avaliado em 10 blocos de 4 plantas por bloco, coletando-se 5 frutos em cada posição. As posições foram as mesmas utilizadas para avaliação da deposição nas folhas. O mesmo procedimento foi seguido para avaliar os índices nas áreas tratadas pela propriedade com equipamentos convencionais (pistolas e "speed-sprayer"), Quadro 3.

RESULTADOS E ANÁLISE

O Quadro 1 dá uma indicação do grau de recobrimento e o Quadro 2 do grau de penetração da pulverização. As Figuras 1, 2 e 3 mostram os efeitos das diversas regulagens no grau de recobrimento.

Os Quadros 4 e 5 apresentam os resultados finais do controle do ácaro da ferrugem nos tratamentos realizados com a AJ 400 OS a baixo volume, 2 litros por planta, e tratamentos da fazenda, com 12 a 17 litros po planta. Da mesma forma, os Quadros 6 e 7 apresentam a porcentagem de frutos com verrugose. Os índices de infestação nos tratamentos a abaixo volume, com o novo atomizador oscilante, equivaleram aos dos tratamentos convencionais. Observe-se que os tratamentos foram realizados em condições reais de trabalho, com o novo atomizador sendo operado pelo tratorista da propriedade, seguindo o mesmo programa de tratamento da fazenda e utilizando os mesmos defensivos e fertilizantes.

Durante os tratamentos a produção do Atomizador AJ 400 OS foi de 1,5 a 2,0 hectares por hora, com velocidades que variaram entre 3,0 a 4,5 km/h.

QUADRO 1 - Teste de Recobrimento com Traçante Fluorescente, do atomizador AJ 400 os em citrus - porcentagem de folhas com diferentes recobrimentos.

VARIÁVEIS DO TESTE	POSIÇÃO	ALTURA (m)	% OCORRÊNCIA			
			Alta	Média	Total Satisfatória	Insatisfatória
J	Entre-Plantas	< 1,5	77,5	22,5	100,0	0,0
		1,5 - 3,0	85,0	15,0	100,0	0,0
Ângulo 75°		3,0 - 4,5	65,0	35,0	100,0	0,0
		> 4,5	32,5	65,0	97,5	2,5
Oscilação 45 ciclos/min	Média para E.P.		65,0	34,4	99,4	0,6
Amplitude 90°	Entre-Linhas	< 1,5	85,0	15,0	100,0	0,0
		1,5 - 3,0	75,0	25,0	100,0	0,0
Volume 2.0 l/planta		3,0 - 4,5	57,5	40,0	97,5	2,5
		> 4,5	37,5	60,0	97,5	2,5
Velocidade 2,5 km/h	Média para E.L.		63,8	35,0	98,8	1,2
MÉDIA PARA TESTE			64,38	34,69	99,07	0,93

QUADRO 2 - Teste de Penetração com Traçante Fluorescente do atomizador Jacto AJ 400 os em citrus - porcentagem de folhas com diferentes recobrimentos.

VARIÁVEIS DO TESTE	POSIÇÃO	ALTURA (m)	% OCORRÊNCIA			
			Alta	Média	Total Satisfatória	Insatisfatória
J	Externo	< 1,5	95,0	5,0	100,0	0,0
		1,5 - 3,0	77,5	22,5	100,0	0,0
Ângulo 75°		3,0 - 4,5	75,0	25,0	100,0	0,0
		> 4,5	40,0	60,0	100,0	0,0
Oscilação 45 ciclos/min	Média para Externo		71,9	28,1	100,0	0,0
Amplitude 90°	Interno	< 1,5	67,5	32,5	100,0	0,0
		1,5 - 3,0	82,5	17,5	100,0	0,0
Volume 2.0 l/planta		3,0 - 4,5	47,5	50,0	97,5	2,5
		> 4,5	30,0	65,0	95,0	5,0
Velocidade 2,5 km/h	Média para Interno		56,9	41,2	98,1	1,9
MÉDIA PARA TESTE			64,38	34,69	99,06	0,94

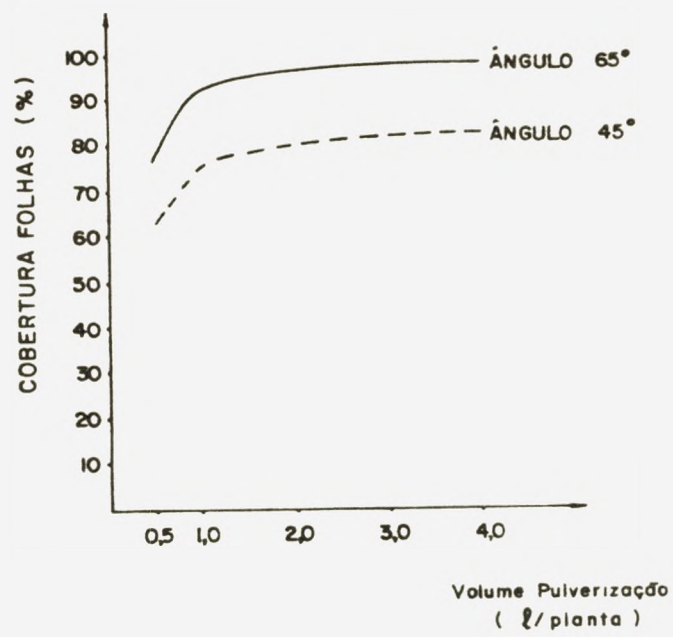


FIGURA 1 - Influência do volume de pulverização na cobertura das folhas.
Teste do AJ 400- Os em citros.
Deposição com traçante fluorescente .
(oscilação: 45 ciclos/min)

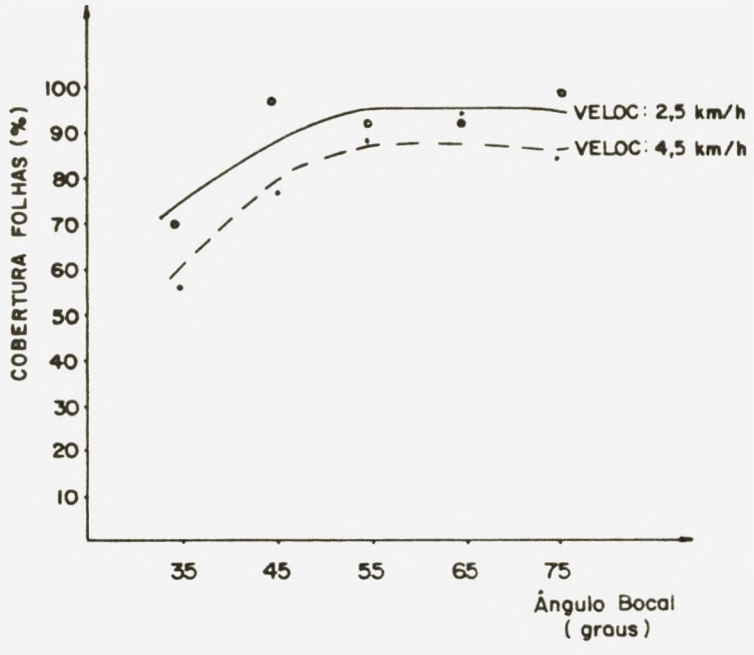


FIGURA 2 - Influência do ângulo de posicionamento do bocal na cobertura das folhas.
Teste do AJ 400-Os em citros.
Deposição com traçante fluorescente.
(oscilação:45ciclos/min.Volume:2 /planta)

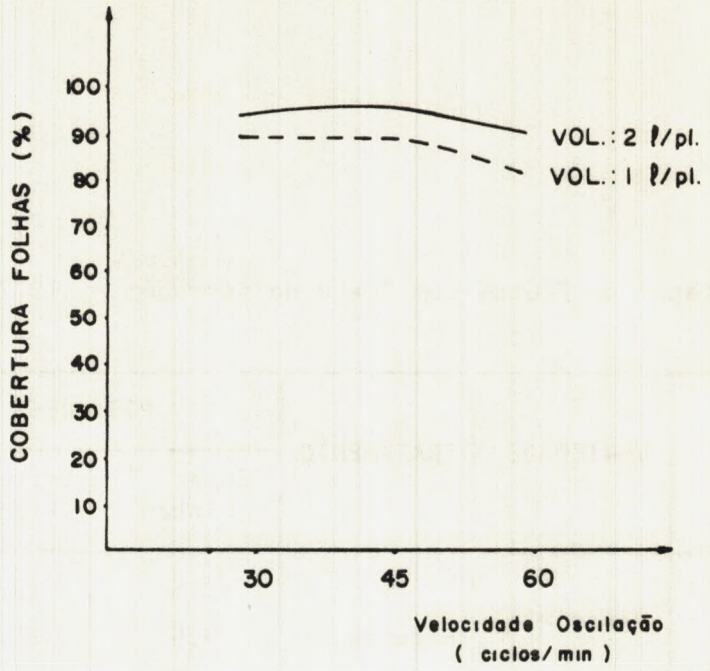


FIGURA 3 - Influência da velocidade de oscilação dos bocais na cobertura das folhas. Teste do AJ 400-Os em citros. Deposição com traçantes fluorescente. (Ângulo bocal:45°, Veloc: 4,5 km/h)

QUADRO 3 - Campos de Experimentação do AJ 400 OS/CITROS

		FAZENDAS			
		St. Terezinha	Califórnia	Santa Maria	Aparecida
Proprietário		Jorge Ralston	Rubens Grazzini	Xerxes de Carvalho	Walter Porto
Área Plantada (ha)		225	325	250	425
Campo Experimental (ha)		28	17	50	43
Número de Plantas		5 000	3 380	10 000	7 600
Tratamento	FAZENDA	15 a 20	15	15	12 a 17
(lit/planta)	AJ 400 OS	2	2	2	2
Pulverizações.	77/78	6	4	4	-
	78/79	8	3	6	4

QUADRO 4 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem - (1977/1978)

FAZENDA	VARIEDADE	TRATAMENTO	POSIÇÕES		MÉDIA *2
			Entre *1 Linhas	Entre *1 Plantas	
Santa Terezinha	Pera Rio	BV	12,5	19,3	15,9
		Fazenda	9,5	11,7	10,6
Santa Terezinha	Hamlin	BV	11,5	17,0	14,2
		Fazenda	13,5	15,7	14,6
Santa Terezinha	Valência	BV	9,5	16,3	12,9
		Fazenda	14,2	18,5	16,4
Califórnia	Baia	BV	9,0	12,0	10,5
		Fazenda	11,0	13,3	12,2
Santa Maria	Baianinha	BV	12,6	17,8	15,2
		Fazenda	14,3	12,3	13,3
MÉDIA GERAL		BV	11,0	16,5	13,8 *3
		BV	12,5	14,3	13,4 *3

*1 - Média de 10 blocos, 4 plantas/bloco e 3 posições/planta (baixa, média e alta) - 500 frutos
*2 - Média de 1 200 frutos
*3 - Média de 6 000 frutos

QUADRO 5 - Porcentagem de Frutos com Ácaro da Ferrugem - (1978/1979)

FAZENDA	VARIEDADE	TRATAMENTO	POSIÇÕES		MÉDIA *2
			Entre *1 Linhas	Entre *1 Plantas	
Santa Terezinha	Hamlin Pera Rio Valência	BV	0,3	0,2	0,25
		Fazenda	1,0	1,3	1,15
Santa Maria	Valência	BV	1,2	2,3	1,75
		Fazenda	5,3	9,2	7,25
Califórnia	Valência	BV	1,7	2,3	2,00
		Fazenda	1,0	1,5	1,25
Aparecida	Valência	BV	1,0	2,5	1,65
		Fazenda	5,5	12,5	9,00
MÉDIA GERAL		BV	1,0	1,8	1,40 *3
		Fazenda	3,2	6,1	4,65

*1 - Média de 10 blocos, 4 plantas/bloco, 3 posições/planta (baixa, média e alta) 3 frutos/posição - 600 frutos
*2 - Média de 1200 frutos
*3 - Média de 4800 frutos

QUADRO 6 - Porcentagem de Frutos com Verrugose (1977/1978)

FAZENDA	VARIEDADE	TRATAMENTO	POSIÇÕES		MÉDIA *2
			Entre *1 Linhas	Entre *1 Plantas	
Santa Terezinha	Pera Rio	BV	24,1	28,3	26,2
		Fazenda	29,3	30,7	30,0
Santa Terezinha	Hamlin	BV	27,2	33,6	30,4
		Fazenda	40,5	36,8	38,7
Santa Terezinha		BV	22,3	22,5	22,4
		Fazenda	44,5	41,2	42,8
Califórnia	Baia	BV	11,8	15,2	13,5
		Fazenda	32,7	35,5	34,1
Santa Maria	Baianinha	BV	8,3	15,2	11,8
		Fazenda	11,2	17,5	14,3
MÉDIA GERAL		BV	18,7	23,0	20,9 *3
		Fazenda	31,6	32,3	32,0 *3

*1 - Média de 10 blocos, 4 plantas/bloco e 3 posições/planta (baixa, média e alta) - 600 frutos
*2 - Média de 1200 frutos
*3 - Média de 6000 frutos

QUADRO 7 - Porcentagem de Frutos com Verrugose - (1978/1979)

FAZENDA	VARIEDADE	TRATAMENTO	POSIÇÕES		MÉDIA *2
			Entre Linhas *1	Entre Plantas *1	
Santa Terezinha	Hamlin	BV	15,7	9,8	12,75
	Pera Rio / Valência	Fazenda	21,4	18,4	19,90
Santa Maria	Valência	BV	9,7	10,4	10,05
		Fazenda	11,1	12,3	11,70
MÉDIA GERAL		BV	12,7	10,1	11,40 *3
		Fazenda	16,2	15,3	15,75

*1 - Média de 10 blocos, 4 plantas/bloco, 3 posições/planta (baixa, média e alta) - 600 frutos
*2 - Média de 1200 frutos
*3 - Média de 2400 frutos

REFERENCIAS

BLEICHER, E.; PULZ, F.S.; DOMICIANO, N.L.; FRANCO, J.F KIRYU; C.R.; MIRANDA FILHO, J.B.; MARICONI, F.A.M., Combate ao Ácaro Phyllocoptruta oleivora (Ashm, 1879) Causador da "Mulata das Laranjeiras". *2º Congresso Brasileiro de Entomologia*, pag. 12-36, 1975

CAETANO, A.A.; TEÓFILO Sob., J.; PRATES, H.S., Eficiência de novos Acaricidas no Controle do Ácaro da Falsa Ferrugem dos Citros - Phyllocoptruta oleivora (Ashamead, 1879). *III Congresso Brasileiro de Entomologia*, 1978

FAGAN, R.; AMORIM NETO, L.A.; BRUNELLI Jr., H.C.; SANTOS, B.M.; MARCONI; F.A.M.; OLIVEIRA Fº, J.C.; CARVALHO, J.C.; FRANCO, J.F., Combate ao Ácaro Phyllocop - truta oleivora (Ashm, 1879)em Laranjeiras Adultas, com a Aplicação de Sietê micos no Solo. *III Congresso Latinoamericano V Congresso Brasileiro de Entomologia*, 1978.

FRANCO, J.F.; DIONÍSIO, A; de PALMA, V.; TARDIVO, J.C.; MARCONI, F.A.M., "Ácaros dos Citros" e seu Combate Químico Experimental. *4º Congresso Brasileiro de Entomologia*, pag. 117, 1977.

JOHNSTONE, D.R.; WALKER, P.T.; HUNTINGTON, K.A., Ultra-Low Volume, Hand-Operated Mororised Sprayers For Insecticide Application in Citros. *International Pest Control*, 1972.

MATUO, T.; RICHI, J.C.I.; NISHIMURA, J., Avaliação Comparativa dos Métodos de Aplicação do Inseticida Fenitrothion no controle do Pulgão Preto do Citros, Toxoptora citricidrus (Mark, 1907) (Homoptera, Aphididae)*Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal*, pag. 1--5, 1972.

NAKANO, O.; dos SANTOS, L.A.; SUGUINO, H.; de ARRUDA, J.M.M., Controle Químico Experimental Visando o "Ácaro da Falsa Ferrugem", Phyllocoptruta oleivora (Ashm, 1897) em Citros, *Divulgação Agronômica*, 42, 1977.

OLIVETTI, C.M.; TAKAHASHI, M.K.; NAKANO, O., Efeito de alguns Inseticidas Sistemicos Aplicados no Solo sobre o Ácaro da Ferrugem Phyllocoptruta oleivora (Ashm, 1879) e Ácaro da Leprose Brevipalpus spp (Geiyskes, 1939) em Citros. *III Congresso Latinoamericano de Entomologia*, 1978.

PRATES, H.S.; CABRITA, J.R.M.; de NETRI, J.D.; PARADELA Fº, O.; RODRIGUES, O. , Avaliação Preliminar do Efeito de Alguns Fungicidas sobre a Rubelose corticium salmonicolor - Em Citros. *Fitopatologia Brasileira*, 139, 1979.

SCHROEDER, W.J.; SUTTON, R.A.; SELHIME, A.G. Spray oil Effects on Diaprepes abbreveatus on Ditrus in Flórida. *Journal of Economic Entomology*, 70, 623-264, 1977.

SUPLICY, N.Fº.; CINTRA, A.F.; MYAZAKI, I.; TEÓFILO SOBº, J.; TAKEMATSU, A.P.,Comportamento do Ácaro da Ferrugem Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879)em Relação a Diversos Acaricidas. *4º Congresso Brasileiro de Entomologia*, pag.118, 1977.

SUPLICY, N.Fº; CINTRA, A.F.; MYAZAKI, I.; TEÓFILO SOBº, J.; TAKEMATSU, A.P., Comportamento do Ácaro da Leprose Brevipalpus phoenicis (Geiyskes) em relação a Diversos Acaricidas. *4º Congresso Brasileiro de Entomologia*, pag. 119,1977.

WHITESIDE, J.O., Epidemiology and Control of Greasy Spot, Melanose and Scab in Flórida Citrus Grones. *PANS*, 22, 243-249, 1976.

DESENVOLVIMENTO DE ATOMIZADOR UNIVERSAL A BAIXO VOLUME

S. Sartori*
A. I. Honda**

RESUMO

As características do novo atomizador tratorizado AJ 400 Multi são apresentadas.

As relações entre tamanho de gotas (VMD), rotação da turbina e vazão de líquido são analisadas.

Os resultados mostram que aplicações com 0,1 a 20 l/min faixa de pulverização de 35 a 40 metros, gotas reguláveis no intervalo de 25 a 250 µm foram conseguidas, o que corresponde a volumes de 0,5 a 150 l/ha.

SUMMARY

The characteristic of the tractor mounted mist blower AJ 400-Multi are presented. The relations between flow rates, volume median diameters of droplets (VMD) and rotary atomizer speeds are investigated.

The results show that applications with 0.1 to 20 l/min 35 to 40 meters swaths and 25 to 250 µm droplets were obtained.

INTRODUÇÃO

O atomizador AJ 400-Multi é o resultado de uma série de estudos teóricos e experimentais de otimização do alcance de jatos livres de ar, minimização do tamanho dos ventiladores e desenvolvimento de turbinas atomizadoras. É um desenvolvimento do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas Jacto, que visa substituir o Atomizador-BV amplamente utilizado nas culturas de soja, trigo e algodão. Trata-se de um pulverizador do tipo "Canhão de ar", em que as gotas, geradas por uma turbina multi-discos, são transportadas por um jato de ar de grande velocidade até as plantas. Na turbina, um distribuidor de líquido, divide a vazão de defensivo diferentemente entre os discos, de modo a se obterem gotas de diferentes tamanhos.

Gotas grandes cairão próximo à máquina e gotas pequenos mais longe.O distribuidor pode ser trocado de modo a se obterem diferentes combinações de gotas. O bocal tem sua posição regulável permitindo aplicações tanto na horizontal como na vertical.

Neste trabalho são apresentadas as características de deposição desse novo atomizador, para diferentes situações.

MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação do padrão de deposição das gotas foi feita com o uso de cartões coletores. Uma mistura de água corante foi pulverizada sobre as plantas nas quais foram distribuídos os cartões.

(*) Engº Mecânico, M.Sc. e Dr. Eng., Diretor Pesquisa e Desenvolvimento - Máquinas Jacto S.A.

(**) Engenheiro Agrônomo, Coordenador da Área de Pulverização - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

As gotas foram lidas e classificadas segundo seus diâmetros. O diâmetro mediano volumétrico (VMD), os limites das distribuições de gotas (tamanho das gotas com 16% e 84% do volume) e a densidade de gotas, foram então calculados.

RESULTADOS E ANÁLISES

A turbina atomizadora, movida pelo jato de ar, apresenta a característica de aumentar sua rotação quando a vazão de líquido pulverizado diminue, Figura 1. Esse aumento de rotação acarreta uma diminuição do tamanho das gotas geradas, Figuras 2 e 3. Fato este bastante desejável quando se observa que pulverizações com pequenos volumes de aplicação requerem gotas pequenas.

Os discos da turbina geral gotas intencionalmente diferentes, que ao serem transportadas pelo jato de ar, atingem posições diferentes. Gotas pequenas caminham maiores distâncias, Figura 4.

Por outro lado, gotas que percorreram as maiores trajetórias sofrem mais evaporação, diminuindo de tamanho. A presença de gotas de VMD menores próximo à máquina pode ser explicada pelo "desgarramento" das gotas nas turbulências de saída do jato de ar.

Nas aplicações verticais, para árvores altas, as gotas devem ser suficientemente pequenas para serem sustentadas pelo jato de ar.

Gotas grandes se depositam no solo, sendo indesejáveis. Na Figura 5 se apresenta a distribuição conseguida nos ensaios com o distribuidor de líquido nº 2.

Aplicações contra moscas e mosquitos, como para o controle de endemias, são possíveis com o equipamento. Testes com Malathion LVC 95%, com vazões de 100 ml/min, distribuidor nº 3, resultaram em gotas de:

25 µm VMD (16% - 18 µm, 84% - 38 µm) ou:
15 µ NMD (16% - 8 µm, 84% - 28 µm)

Baseando-se nos volumes de aplicação de defensivos e tamanhos de gotas normalmente recomendados para os diferentes tipos de tratamentos, apresentam-se, no Quadro 1, as possibilidades de uso do Atomizador AJ 400-Multi.

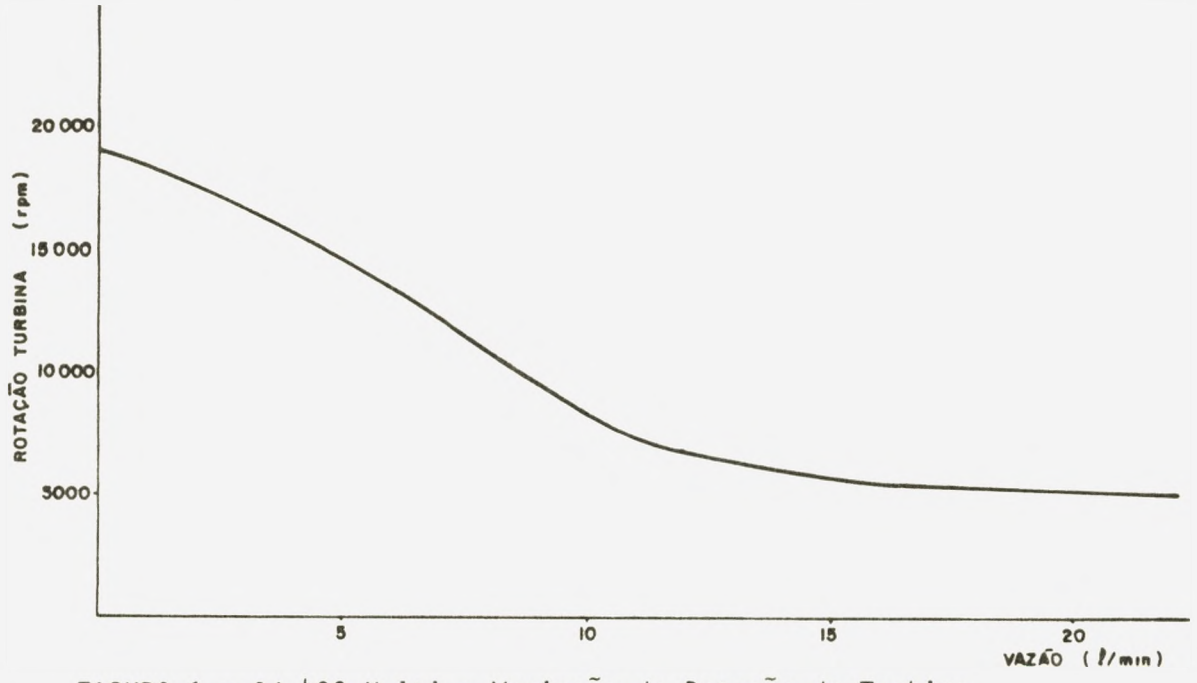


FIGURA 1 - AJ 400-Multi - Variação da Rotação da Turbina com diferentes vazões

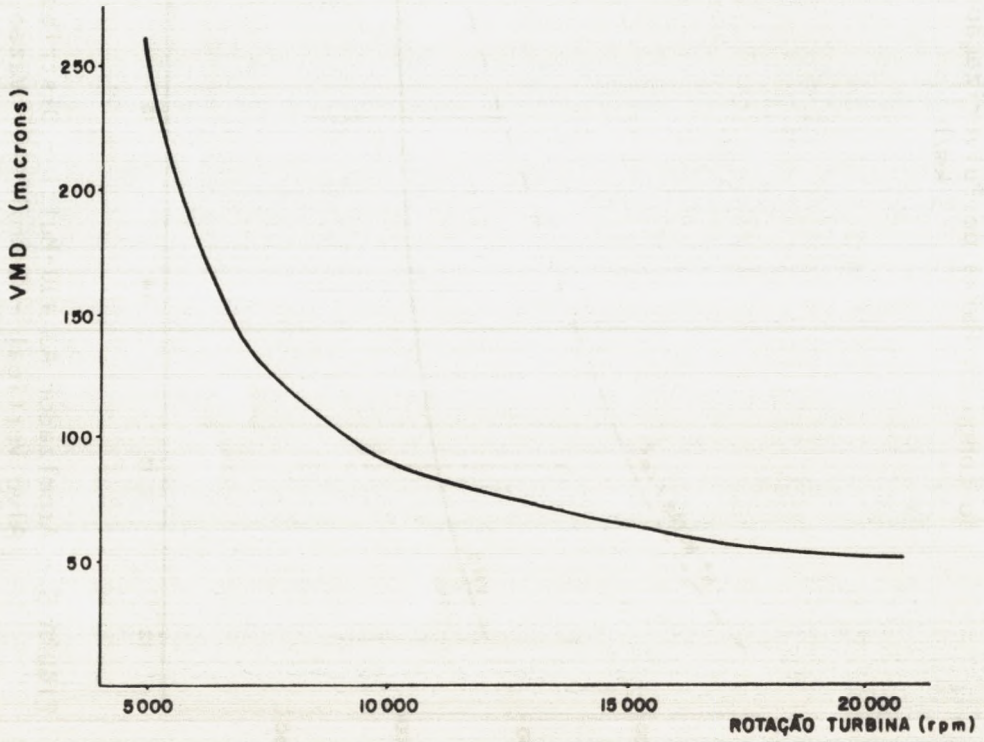


FIGURA 2 - AJ 400-Multi - Variação do Tamanho das Gotas com Diferentes Rotações da Turbina. Distância do bocal: 20m - 3 km/h

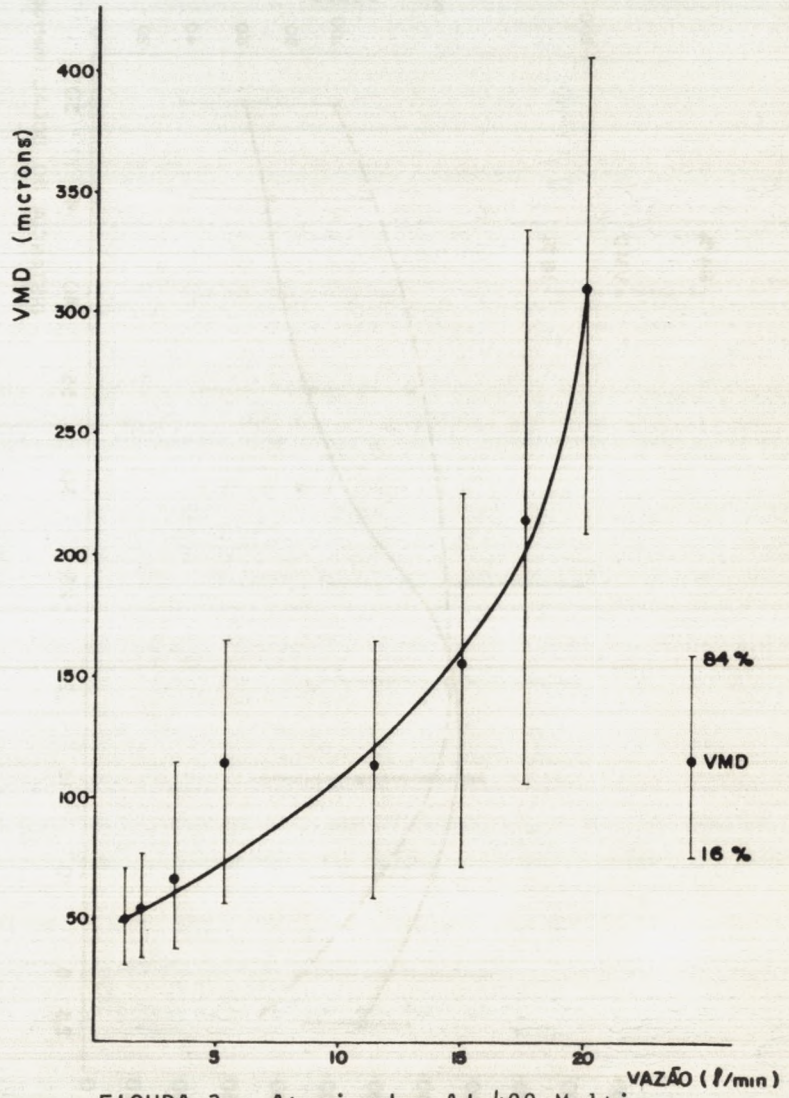


FIGURA 3 - Atomizador AJ 400-Multi Variação do Tamanho das Gotas em FUnção da Vazão Pulverizada Distância do bocal: 20m -3 km/h

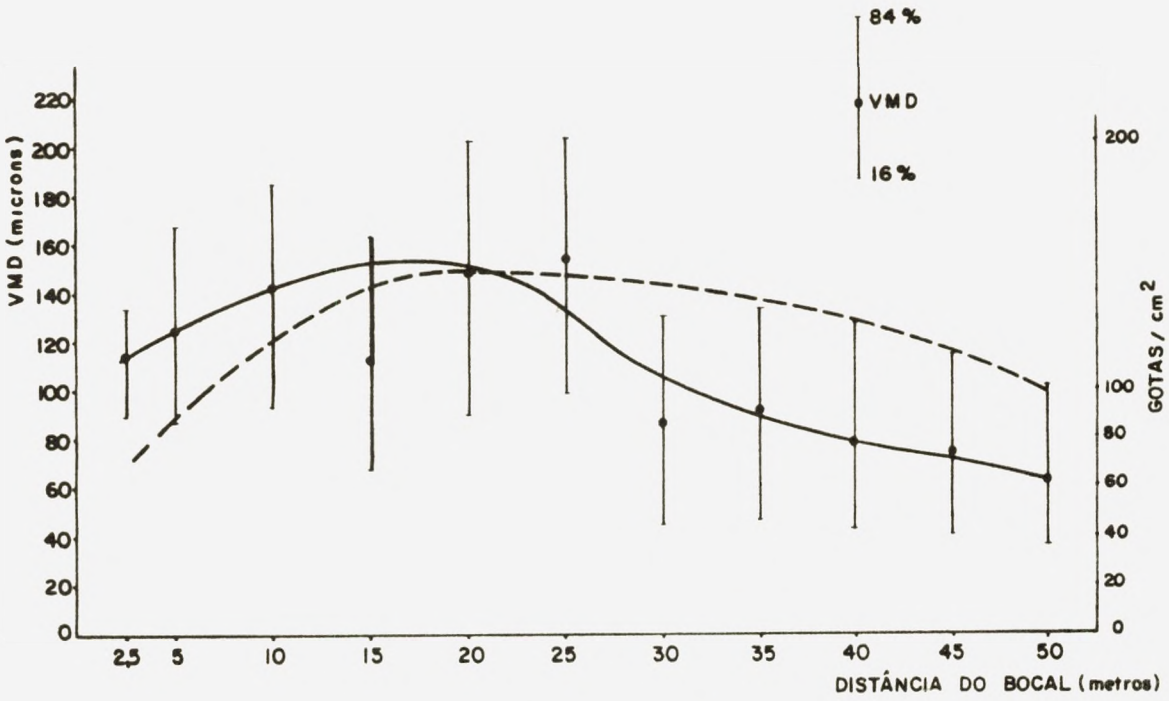


FIGURA 4 - AJ 400-Multi - Variação do Tamanho das Gotas ao Longo da Faixa de Pulverização -Vazão: 11,5 l/mn 3 km/h

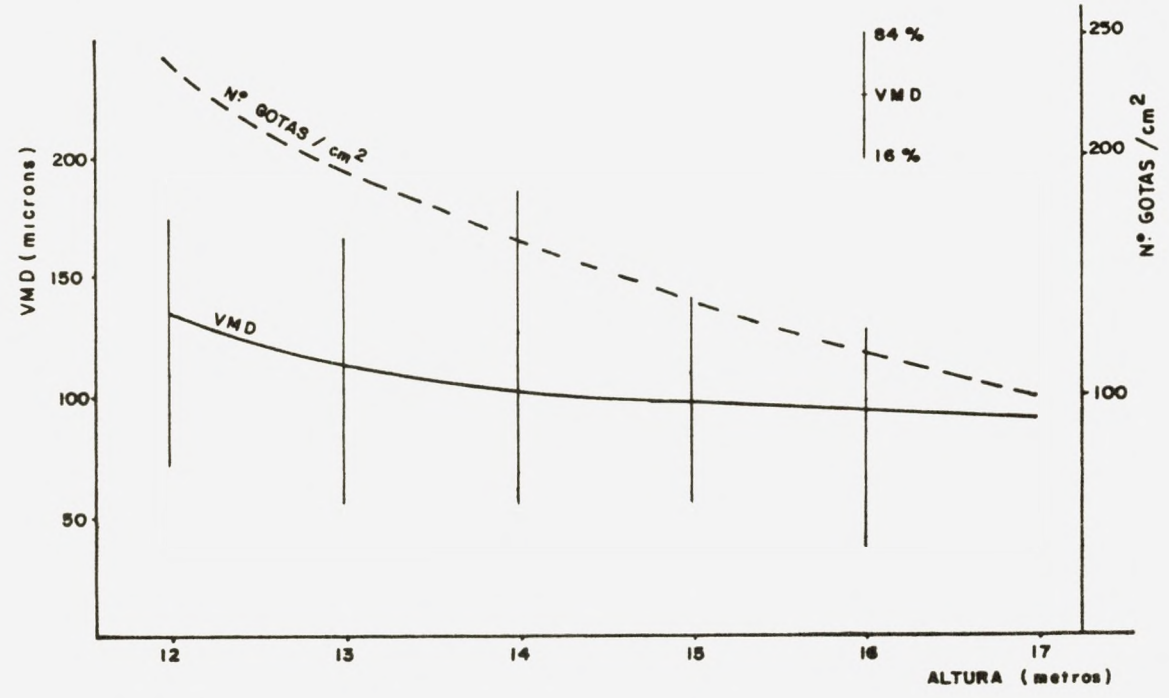


FIGURA 5 - Atomizador AJ 400-Multi - Distribuição das Gotas em Alvo Vertical - 3 km/h — Vazão : 1,6 l/min.

QUADRO 1 - Possibilidades de Utilização do Atomizador AJ 400-Multi, segundo as Classes de Vazão.

APLICAÇÃO	DEFENSIVOS EM CULTURAS ANUAIS - (SOJA)	DEFENSIVOS EM CULTURAS ALTAS - (SERINGUEIRA)	HERBICIDAS EM PASTAGEM	MOSCAS E MOSQUITOS (SUCEM)
Vazão (l/m)	7 a 14	1,5 a 3,0	15 a 20	0,1
Diâmetro Mediano Volumétrico VMD (mícrons)	90 a 150	70 a 100	150 a 300	25 15 (NMD)
Distribuidor Dosador nº	1	2	1	3

REFERENCIAS: Ver página 178

DESEMPENHO DO PROTÓTIPO DO ATOMIZADOR UNIVERSAL A BAIXO VOLUME

S. Sartori*
J.L. Pereira**
A.I. Honda***

RESUMO

O funcionamento do atomizador, denominado AJ 400 -Multi, foi verificado por testes de deposição das gotas e controle de pragas e ervas daninhas. Os valores do VMD e densidade de gotas ao longo da faixa de pulverização foram analisados. A correlação entre a deposição física e a eficiência no controle de pragas e de ervas daninhas foi investigada.

Para as pragas do algodão os melhores controles foram obtidos com volumes de 50 a 100 l/ha, faixas de pulverização de 40 metros, com gotas de 80 a 150 µm.

Para ervas daninhas em pastagem, os melhores resultados foram com volume de 100 l/ha, faixas de pulverização de 30 m.

SUMMARY

Droplets collections studies, pests and weed control tests were used to evoluate ther performance characteristics of so-called AJ 400-Multi atomizer.

The parameters: VMD and droplets density were analysed in horizontal swath samples.

The correlation between droplets deposition and efficiency on pests and weed control were investigated.

In cotton crop protection the best results were obtained with 40 meters swath, 50 to 100 l/ha volumes and 80 to 150 µm droplets.

For pasture weed control the best results were obtained with 100 l/ha volume and 30 meters swath.

INTRODUÇÃO

A determinação de características de funcionamento de atomizadores, em específico a distância entre passadas e o volume de pulverização, é inicialmente feita pela avaliação da deposição em cartões coletores. A correlação entre esses resultados e a deposição efetiva nas plantas necessita ser verificada para as diferentes culturas. Para tal são utilizados testes de controle de pragas e ervas daninhas.

No presente trabalho são apresentados 2 estudos de determinação de faixa e volume de pulverização nas culturas de algodão e pastagem. Esses testes fizeram parte de uma série de investigações levadas a efeito pelo Departamento de

---

(*) Engº Mecânico, M.Sc. e Dr. Engº, Diretor Pesquisa e Desenvolvimento - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

(**) Fitopatologista, M.Sc, Máquinas Agrícolas Jacto S.A., atualmente na CEPEC.

(***) Engenheiro Agrônomo, Coordenador da Área de Pulverização - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas Jacto S.A., para o desenvolvimento do Atomizador AJ 400 - Multi.

Trata-se de um pulverizador do tipo "Canhão de Ar" em que as gotas geradas por uma turbina multi-discos são transportadas por um jato de ar de grande velocidade até às plantas.

1. VERIFICAÇÃO DA FAIXA DE PULVERIZAÇÃO PARA O CONTROLE DE PRAGAS EM ALGODÃO

1.1. Materiais e Métodos

O ensaio foi realizado em Londrina, Paraná, em novembro de 1977, em algodoeiro de variedade IHC-17, plantado no espaçamento de 1 metro.

Utilizando-se o atomizador AJ 400-Multi foram aplicados volumes de 50 e 100 litros por hectare, à velocidade de 3 quilômetros por hora. Os produtos químicos e as dosagens utilizados foram: Endrex 20 (1,0 ℓ/ha), Thiodan (1,0), Nuvan (0,5), Nuvacron (0,5), Lannate (0,4) e Azodrin (0,5). No período de novembro/77 a março/78, foram realizadas 5 aplicações, utilizando-se em cada aplicação uma mistura de 2 produtos.

Para cada tratamento utilizaram-se 3 parcelas de 30 por 50 metros, subdivididos em 10 faixas de 30 por 5 metros. Os levantamentos da população de Costa limaita ferruginea vulgata (vaquinha) antes e após as aplicações foram feitas com o uso da rede entomológica, coletando-se os insetos no terço superior da planta em 100 metros lineares por faixa. Para o Aphis gossypii (pulgão) contou-se o número de pulgões em 50 folhas para cada faixa. No desenvolvimento da cultura foram levantados também os níveis de infestação de ácaro rajado, lagarta da maçã, lagarta rosada e percevejos. No entanto, a ocorrência dessas pragas se deu em focos localizados, não servindo como critério de avaliação.

A avaliação do padrão de deposição das gotas foi feita com o uso de cartões coletores. Uma mistura de água e corante foi pulverizada sobre as plantas nas quais foram distribuídos os cartões. As gotas foram lidas e classificadas, segundo seus diâmetros. O diâmetro mediano volumétrico (VMD), os limites das distribuições de gotas (tamanho das gotas com 16% e 84% do volume) e a densidade de gotas, foram então calculadas.

1.2. Resultados e Análise

As figuras 1 e 3 mostram a porcentagem de controle do pulgão e vaquinha ao longo da faixa de pulverização. A densidade de gotas, número de gotas por centímetro quadrado, foi o parâmetro físico que representou o controle. Tanto para o volume de 50 litros por hectare como, também, para o volume de 100 litros por hectare, foram constatadas faixas de pulverização de 40 metros em aplicações sem vento. As figuras 2 e 4 dão uma idéia do tamanho de gotas. São apresentados, para cada posição na faixa, os valores do diâmetro mediano volumétrico VMD (D_{50}) e os diâmetros correspondentes a 16% e 84% do volume (D_{16} e D_{84}).

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

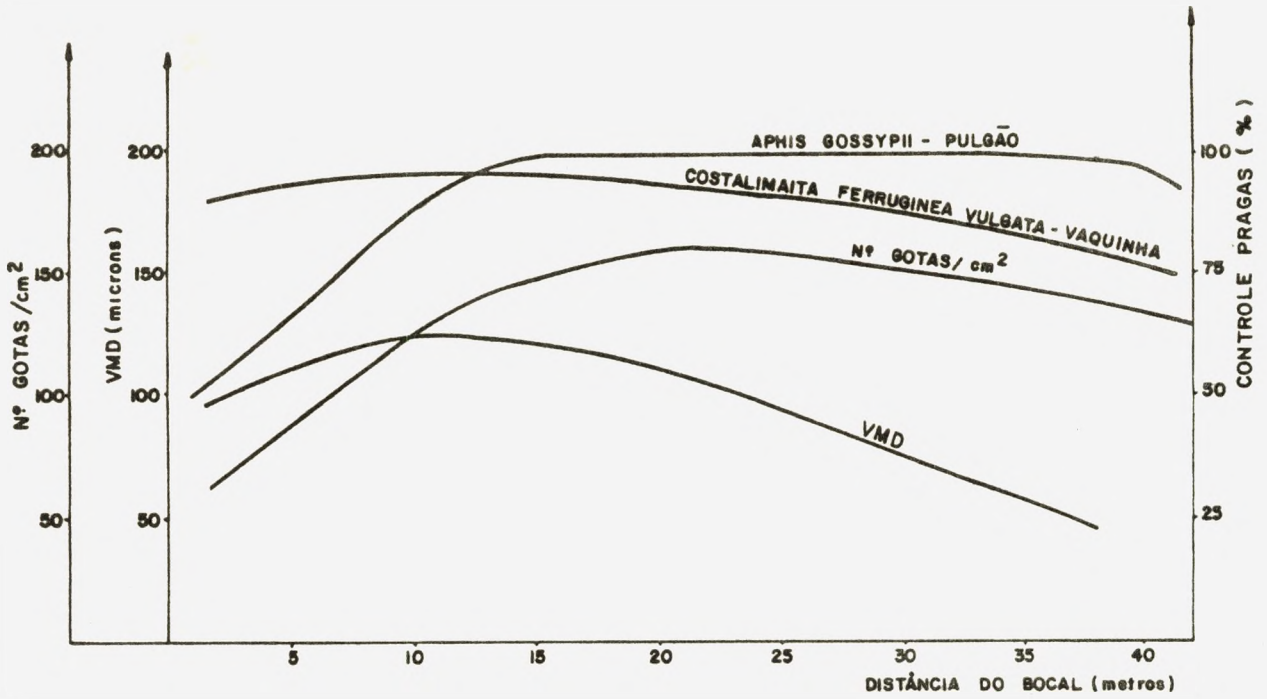


FIGURA 1 - AJ 400-Multi - Correlação entre a deposição das gotas e o controle de pragas em algodão - Vol: 50 L/ha - Vazão:6,6L/min.

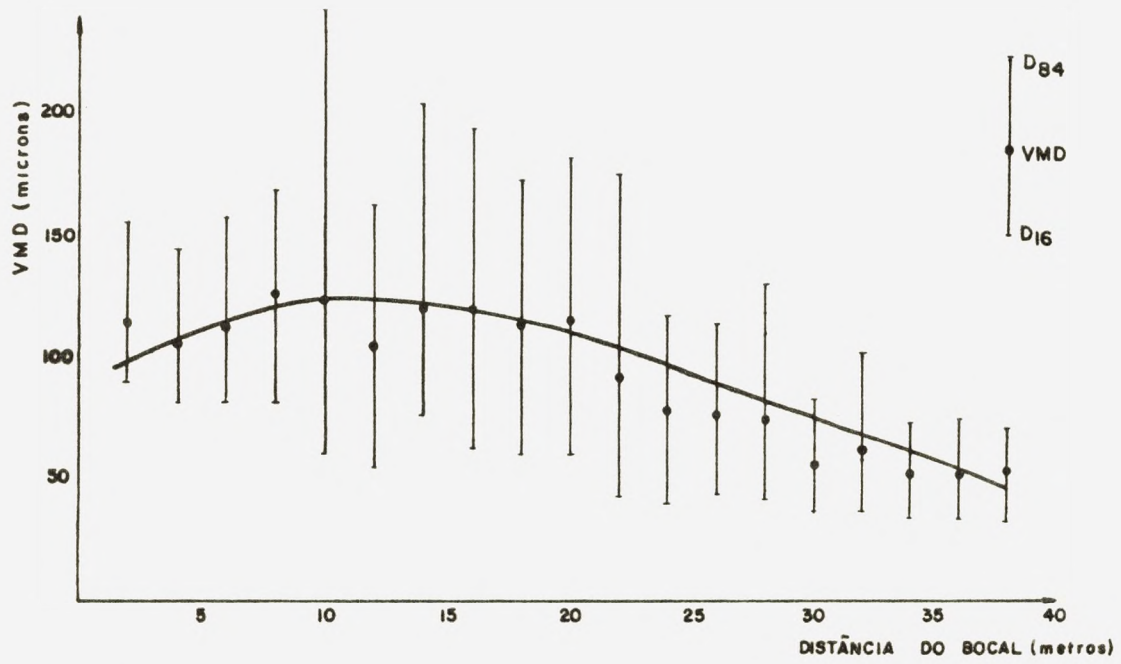


FIGURA 2 - AJ 400 Multi - Variação do tamanho das gotas (VMD) ao longo da faixa de deposição-Vol: 50 L/ha - Vazão: 6,6 L/min.

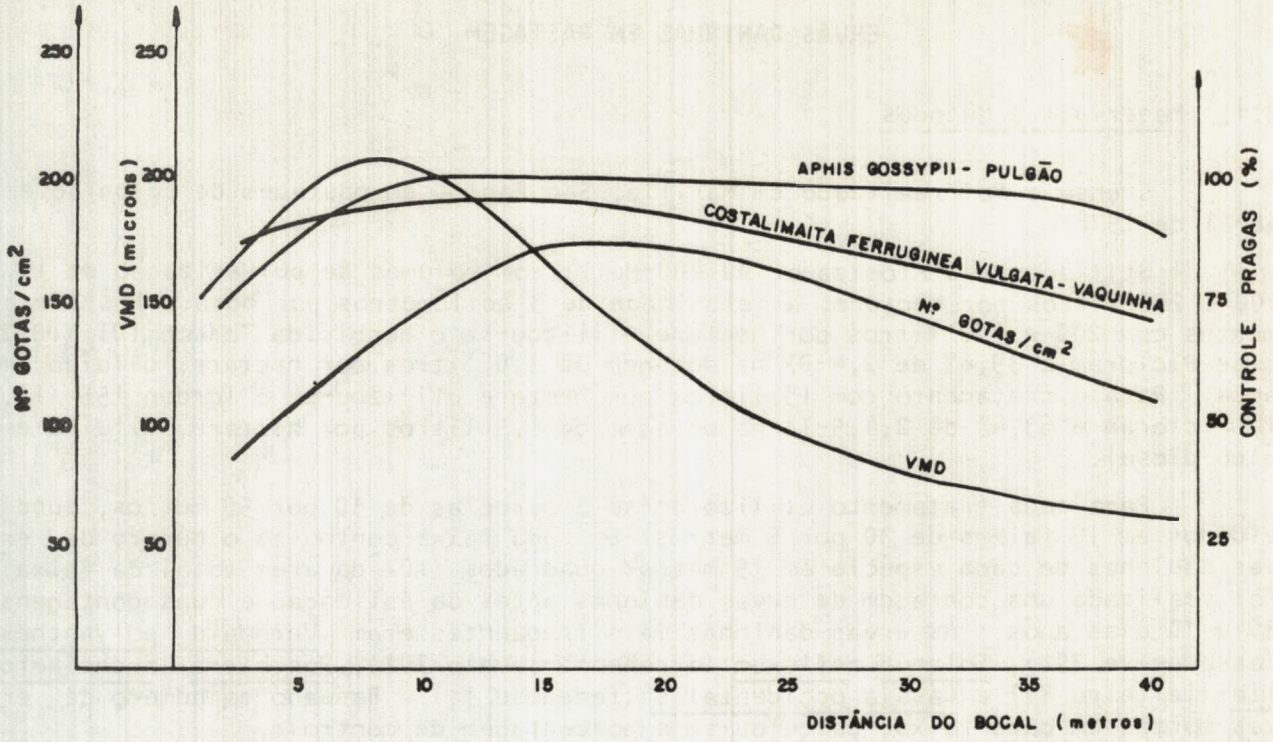


FIGURA 3 - AJ 400-Multi - Correlação entre a posição das gotas e o controle de pragas em algodão-Vol : 100 L/ha - Vazão: 13,3 L/min.

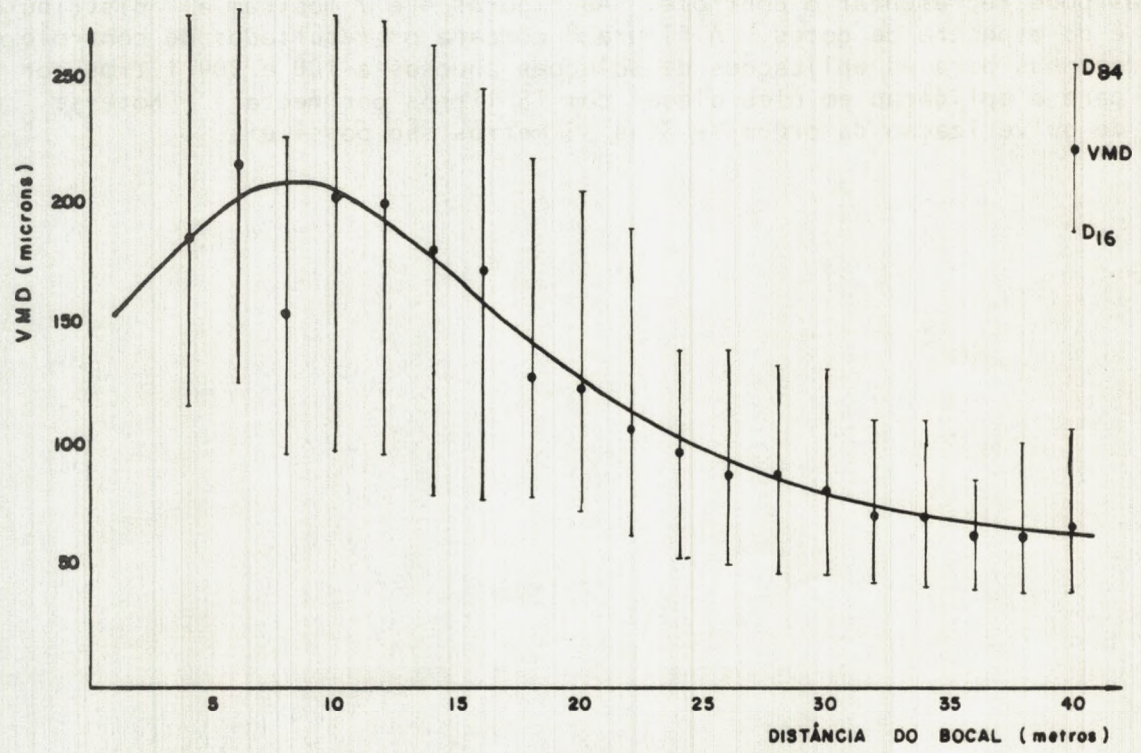


FIGURA 4 - AJ 400 Multi-Variação do tamanho das gotas (VMD) ao longo da faixa de deposição - Vol: 100 L/hs - Vazão: 13,3 L/min.

2. VERIFICAÇÃO DA FAIXA DE PULVERIZAÇÃO PARA O CONTROLE DE ERVAS DANINHAS EM PASTAGEM

2.1. Materiais e Métodos

O ensaio foi realizado em Marília, São Paulo, em pastagem de colonião em abril de 1978.

Utilizou-se o Atomizador AJ 400-Multi com volumes de pulverização de 15, 100 e 200 litros por hectare, à velocidade de 3 quilômetros por hora. Nos tratamentos com 200 e 100 litros por hectare utilizou-se o herbicida Tordon 101 (10,2 % de Picloram e 39,6% de 2,4-D) na dosagem de 3,0 litros por hectare, diluído em água. Para o tratamento com 15 litros por hectare utilizou-se o Tordon 155 (15, 1% Picloran e 63,4% de 2,4,5-T) na dosagem de 1,5 litros por hectare, diluído em óleo diesel.

Para cada tratamento utilizaram-se 3 parcelas de 30 por 50 metros, subdivididos em 10 faixas de 30 por 5 metros. Em cada faixa contou-se o número de ervas daninhas de cada espécie em 15 metros quadrados (10% da área total da faixa) Foi realizada uma contagem de ervas daninhas antes da aplicação e duas contagens 30 e 70 dias após. As ervas daninhas mais frequentes eram: Vernonia polyanthes (assa peixe 75%), Solanun reflexum (arrebenta-cavalo 20%), Peschiera fuchsiaefolia (leiteiro 4%) e Cassia occidentalis (fedegose 1%). Baseado no numero de ervas mortas em cada faixa, calculou-se a porcentagem de controle.

Para a avaliação do padrão de deposição das gotas utilizou-se o mesmo processo no ítem 1.1.

2.2. Resultados e Análise

As figuras 5 e 6 mostram a porcentagem de controle das 4 espécies de ervas daninhas ao longo da faixa de pulverização. Também nesse caso a densidade de gotas pode representar o controle. As figuras 4 e 7 mostram a distribuição do VMD e do espectro de gotas. A figura 8 compara os resultados de controle das ervas daninhas para as aplicações de soluções aquosas a 100 e 200 litros por hectare e para a aplicação em óleo diesel com 15 litros por hectare. Note-se que faixas de pulverização da ordem de 30 a 35 metros são possíveis.

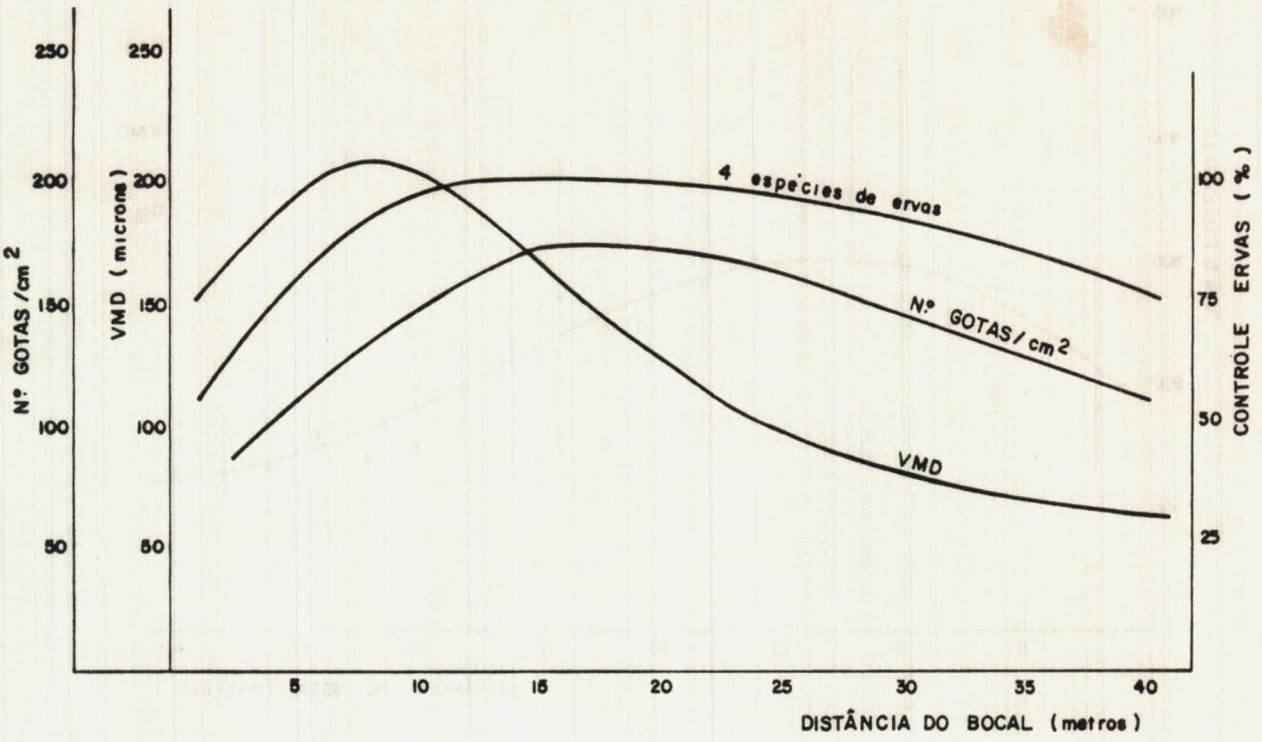


FIGURA 5 - AJ 400-Multi-Correlação de posição de gotas e controle de assa-peixe, pedegoso, arrebenta cavalo e leiteiro em pasta em. Vol. 100 L/ha - 3km/h - 70 dias após a aplicação.

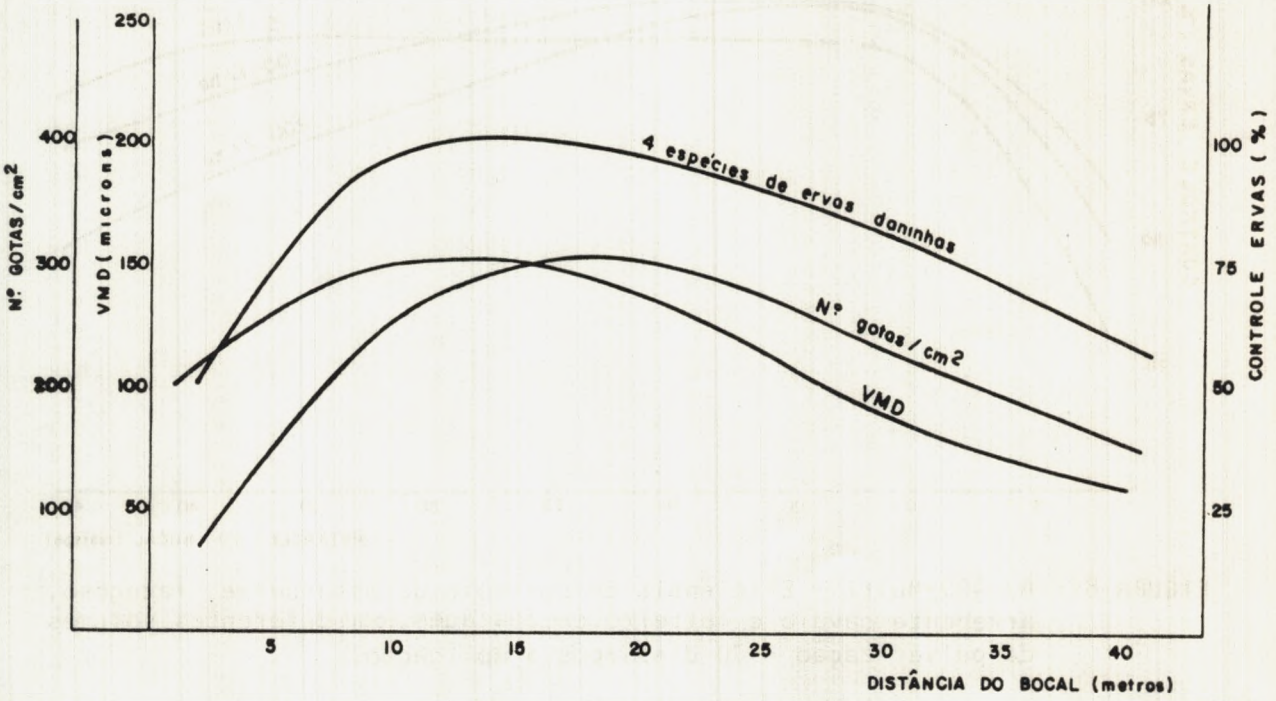


FIGURA 6 - AJ 400-Multi - Correlação de deposição de gotas e controle de assa-peixe, pedegoso, arrebenta cavalo e leiteiro em pastagem. Vol.100 L/ha - 3 km/h - 70 dias após a aplicação.

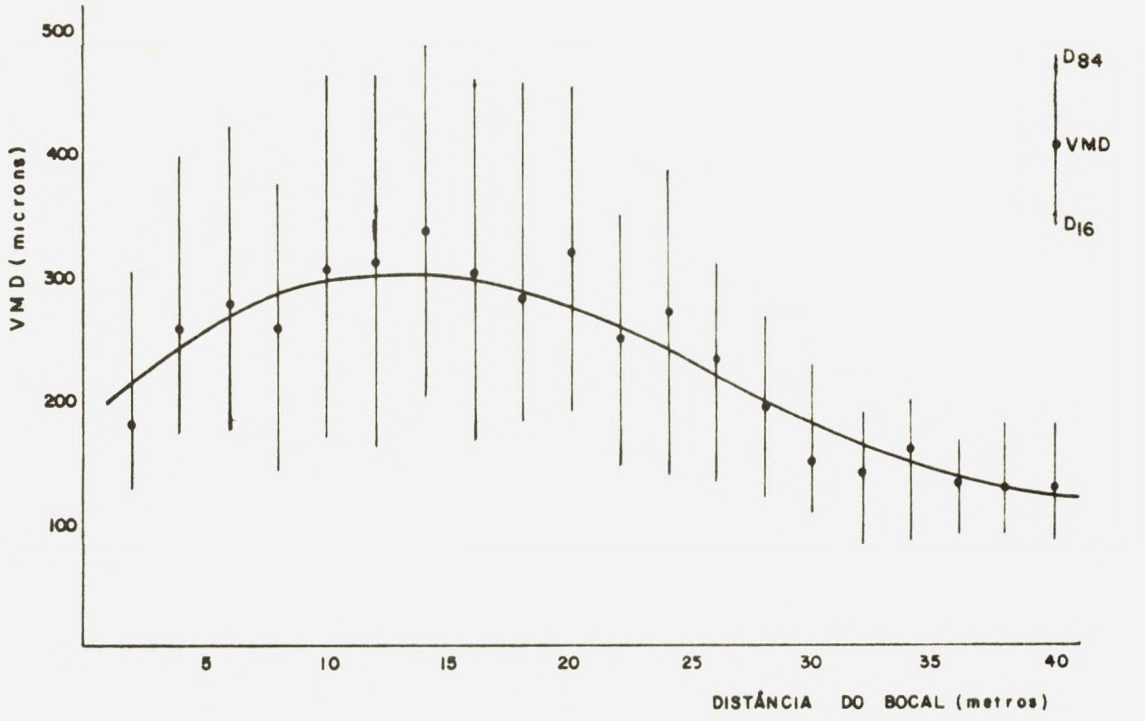


FIGURA 7 - AJ 400-Multi - Variação do tamanho das gotas (VMD) ao longo da Faixa de deposição - Vol: 200 L/ha - 3km/h - Vazão: 22,5 L/min.

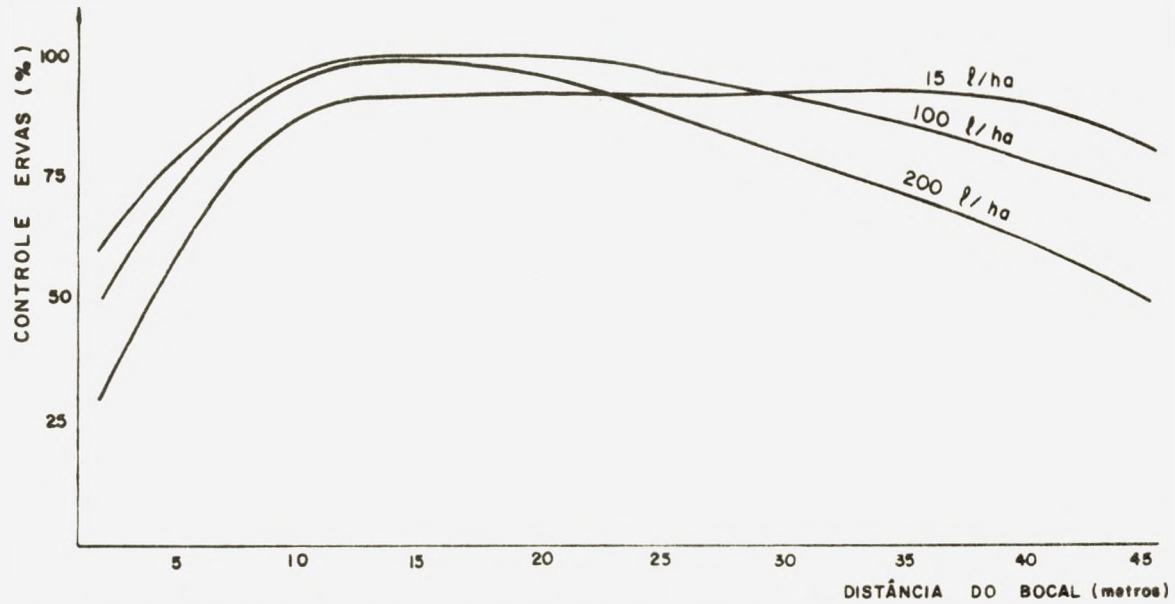


FIGURA 8 - AJ 400-Multi - Eficiência de controle de assa-peixe, fedegoso, arrebenta cavalo e leiteiro em pastagem, com diferentes volumes de pulverização - 70 dias após a aplicação.

REFERENCIAS: Ver página 178

COLHEDEIRA MECÂNICA DE CAFÉ-ESTUDO DO DESEMPENHO

S. Sartori*
J.F.M. Fava**
M.V. Bastos***

RESUMO

Os primeiros testes de campo com uma colhedora auto-motris, especialmente desenvolvida para a colheita do café, resultado de um projeto desenvolvido por Máquinas Agrícolas Jacto S.A são apresentados.

Testes utilizando-se a produção no ano consecutivo à colheita, mostrou que não houve influência sobre a cultura quando comparada com a colheita manual convencional. Os dados infringidos pela colheita mecânica, avaliados pela quebra de ramos após a passagem da máquina, são comparados à colheita manual, mostrando-se da mesma ordem de grandeza.

A eficiência da colhedora medida nas épocas favoráveis de colheita, mostrou-se em média da ordem de 94%.

Uma breve descrição da cronologia do Projeto e evolução dos Protótipos desde 1973 a 1979 é dada, bem como o funcionamento básico da colhedora. São feitas ainda algumas observações de caráter operacional.

SUMMARY

The first field tests with a self-propelled harvester speccially designed for cofferr harvester are presented. The machine is the result of a development project by Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

Using the usual manual harvest as a reference and the next year crop yield as an indicator tests shown that no influence in the plantation is expected due to the machine use.

The injury to the plant caused by the mechanical practice, using broken branches as indicator, compared with manual harvest shown no significant difference.

Harvesting efficiency mesured during the favourable harvesting period gave values of the order of 94%.

A brief description of the machine functioning and also about the Project evolution from 1973 till 1979 is given. It is also given some information on the machine capability and needs for field use.

INTRODUÇÃO

Histórico: Com a demonstração da viabilidade técnica da colheita mecânica do café pelo Instituto Agronômico de Campinas, SP, o Departamento de Pesquisa

---

(*) Engº Mecânico, M.Sc e Dr. Eng., Diretor Pesquisa e Desenvolvimento - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.
(**) Engº Agrônomo, M.Sc e Coordenador de Mecânica Agrícola - Máquinas Agrícolas S.A.
(***) Engº Mecânico, Ass. Téc. da Diretoria, Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas Jacto S.A., iniciou um programa de estudos para o projeto de uma colhedora (1973). Inicialmente, foi projetado e construído um Derriçador Contínuo que, acoplado a um trator agrícola convencional, propiciou a determinaçao das características mecânicas do derriçamento dos frutos de café. Experimentos estes realizados na fazenda São João do Rio do Peixe, município de Garça, SP (safra 1974). Este derriçador constituiu-se no "Primeiro Derriçador Contínuo" especialmente projetado e construído com a finalidade de colher café. Em 1975 foi projetada e construída uma Colhedora Auto-Motriz acionada por um trator a ela incorporado, denominada K-1. A máquina em forma de pórtico, dotada de dois derriçadores laterais, trabalhando "a cavaleiro" nas plantas de café, constituiu-se na "Primeira Colhedora de Café" especialmente projetada para aquela finalidade. Foi testada na fazenda Antinha, município de Garça - SP (safra 1976). A máquina foram incorporados dinamômetros, acelerômetros, extensômetros elétricos de resistência (Strain-gage) e captadores de vibrações mecânicas, que possibilitaram a determinação da capacidade de tração necessária à translação da máquina, das solicitações estáticas e dinâmicas sobre os vibradores e estrutura da máquina. Estes dados serviram de base para o projeto de uma nova colhedora, denominada K-2. A nova máquina passou a contar com motor próprio, transmissão hidrostática, pernas com regulagem contínua da altura num pórtico totalmente reprojetado. Os testes foram realizados na fazenda Santa Maria, município de Ocauçu-SP (safra 1977).

Após modificações nos sistemas de recolhimento e transporte dos grãos e no sistema de tração, chegou-se ao Protótipo K-3. Durante os testes (safra de 1978) foram colhidas 45.000 plantas, em condiçoes reais de trabalho. Executados na fazenda Colorado, município de Patrocínio Paulista-SP, e na fazenda Rio Feio, município de Rosália-SP. Para a safra de 1979, foram construídas mais 5 colhedoras-protótipos que se prestarão à realização dos testes funcionais e dos testes de vida, em diferentes condições regionais. Os protótipos da "Colhedora de Café K-3" foram oficialmente apresentadas ao público dia 4 de junho de 1979.

Neste artigo apresentamos resumidamente os primeiros resultados experimentais de campo obtidos com a Colhedora. Dados estes extraídos de diversas pesquisas realizadas no período de 1976 a 1978. A Colhedora, aqui descrita suscintamente, é o principal resultado dos programas realizados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Colhedora de Café: É uma máquina automotriz em forma de pórtico que opera "à cavalheiro" nas linhas de plantas. Hastes vibratórias atuam em ambos os lados das plantas (600 a 2000 c/min). Os grãos derriçados são coletados por um conjunto de lâminas retráteis que fecham os espaços sob a saia do cafeeiro. Transportadores internos, horizontais e verticais, transportam os frutos colhidos até o sistema de limpeza, onde as impurezas são separadas por ventilação. Os frutos colhidos e limpos são ensacados e retirados por operadores auxiliares. O processo da colheita é contínuo e relativamente rápido (0,5 a 1,5 km/h) sobre terrenos bem preparados (declividade de até 10% são possíveis). A máquina, pelas suas dimensões, permite colher plantas de até 2,50 m.

Tipo de Lavoura: Os ensaios foram realizados em cafezais das variedades Mundo Novo (Jafa e Ocauçu) e Bourbon Amarelo (Patrocínio Paulista). As idades variam de 5 a 7 anos e a altura, de 1,8 a 2,3 metros. Os espaçamentos nos locais de testes variaram entre 3,5 a 4,0 metros entre linhas e 1,5 a 2,0m entre plantas. A disposição das plantas na cova foi sempre "em linha" e o número de plantas por cova de 2 a 3. Os ramos primários com inserções até 40cm de altura do solo foram retirados.

Métodos: São apresentados para cada caso junto aos resultados experimentais.

RESULTADOS E ANÁLISE

a) Efeito da Colheita Mecânica avaliado pela produção:

Os Quadros números 1, 2, 3 e 4 mostram os resultados obtidos em Jafa (em 1978). Parcelas uniformes de 20 covas foram demarcadas nas áreas que foram colhidas mecânicamente e manualmente, um ano após estas operações terem sido feitas. Quatorze parcelas para cada um dos dois tratamentos foram colhidas e analisadas. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os dois processos nas amostragens: produção dos frutos (Quadro 1), peso por litro de frutos (Quadro 2) e ciclo de desenvolvimento dos frutos (Quadros 3 e 4).

QUADRO 1 - Produção das Plantas de Café - um ano após a colheita mecânica, Jafa 1978. Produção colhida das plantas e do solo (kg, 20 covas).

(kg)	COLHEITA MECÂNICA		COLHEITA MANUAL	
14 Parcelas por Tratamento	91,67	87,77	94,24	62,94
	72,17	47,47	92,60	91,60
	49,52	52,02	52,09	61,19
	83,48	66,33	60,86	43,21
	63,38	82,98	61,64	59,09
	78,43	60,38	63,79	63,54
	65,32	78,77	71,56	56,00
Σx	979,68		933,33	
$\bar{x}$	69,98		66,67	
$S_{\bar{x}}$	3,86		4,15	
C V	22%			
$S_{\bar{D}}$	5,67			
"t"	0,59 (26 G.L) Não significativo			

QUADRO 2 - Peso dos Frutos de Café (g) por litro colhido em Jafa, 1978.

(g/l)	COLHEITA MECÂNICA				COLHEITA MANUAL			
	530,	535,	550,	540,	540,	560,	545,	560,
	540,	525,	540,	535,	570,	540,	550,	540,
	550,	535,	535,	535,	535,	525,	520,	510,
	530,	520,	535,	530,	510,	505,	505,	500,
	530,	515,	540,	545,	510,	510,	505,	505,
Σx	10.695				10.548			
$\bar{x}$	534.75				527.25			
$S_{\bar{x}}$	2,02				5,08			
C.V	3%							
$S_{\bar{D}}$	5,32							
"t"	1,41 (38 G.L) Não significativo							

QUADRO 3 - Produção (kg) de Café Recolhida somente do chão (20 covas). Jafa 1978
Indicação da Evolução da Maturação

(kg)	COLHEITA MECÂNICA	COLHEITA MANUAL
1	8,88	7,14
2	11,00	8,15
3	5,57	4,64
4	5,42	7,36
5	8,17	6,36
6	6,98	6,65
7	5,31	7,94
Σx	51,34	48,23
$\bar{x}$	7,33	6,89
$S_{\bar{x}}$	0,81	0,45
C.V	24%	
$S_{\bar{D}}$	0,93	
"t"	0,48 (12 G.L) Não significativo	

QUADRO 4 - Peso (g) e Número de Frutos em Fases de Maturidade, expressos em % (Arc sen) obtido em um litro. Resultados totais de 20 amostras - Jafa 1978

	Colheita Mecânica						Colheita Manual					
	Peso %			Número %			Peso %			Número %		
	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco
Σ x n=20	1026,9	623,1	411,2	888,0	622,9	580,6	1040,6	645,3	402,7	870,2	639,4	595,8
$\bar{x}$	51,35	31,15	20,55	44,39	31,14	29,03	52,03	32,26	20,13	43,50	31,82	29,79
(%)	(61)	(27)	(12)	(50)	(27)	(23)	(62)	(28)	(10)	(47)	(28)	(25)
análise estatística para cerejas (peso)												
$S_{\bar{x}}$	0,59						1,33					
CV	9 %											
$S_{\bar{D}}$	1,46											
"t	0,47 (48 GL) Não significativo											
Não significância que pode ser extendida às outras médias												

O mesmo efeito da colheita mecânica, não apresentando diferença significativa na produção quando comparado à da colheita manual, também foi constatado em Ocauçu (1978), Quadro 5.

Durante a colheita de 1977 o café foi colhido pelos dois processos. Na área colhida mecânicamente (incluindo variações de colheita que ocorreram a cada dia para o ajuste da máquina), foram marcadas 12 parcelas com 10 covas cada ano. O mesmo procedimento foi feito para a área colhida manualmente. Em 1978 todas as parcelas foram colhidas a mão e a produção de cada parcela pesada separadamente.

QUADRO 5 - Produção das Plantas de Café um ano após a colheita mecânica - Ocauçu 1978 (kg, 10 covas)

(kg)	COLHEITA MECÂNICA - 1977		COLHEITA MANUAL - 1977	
12 Parcelas cada Tratamento	45,3	53,3	36,0	60,9
	14,7	62,9	30,1	49,6
	37,5	38,6	45,1	21,0
	37,9	31,2	58,8	22,1
	22,2	46,1	53,9	41,7
	23,6	43,8	39,7	40,2
Σx	457,1		499,1	
$\bar{x}$	38,1		41,6	
CV	33%			
F	2,43			
	$F_{0\,0\,5} = 4,30$		Não significativo	

b) Danos sobre a Planta:

A análise dos danos imediatos causados à planta, logo após a colheita mecânica foram comparados com os provocados pela colheita manual, Patrocínio Paulista-SP (1978). Um bloco de 1479 covas foi selecionado. Vinte linhas de plantas de café foram selecionadas e entre elas alocou-se, aleatoriamente, 10 linhas para a colheita mecânica e 10 linhas para a manual.

O plantio era de 4m x 2m, 2 plantas por cova (40cm entre as plantas). A altura média das plantas foi 2,30m e diâmetro da saia 2,1m (medidos sobre vinte plantas). Uma planta por parcela (linha) foi analisada: 9 ramos primários foram marcados por planta, 3 em cada posição alta, média e baixa, e cada um dos 3 nas posições anterior, posterior e lateral na linha. O número de ramos secundários nestes 9 primários foram contados, antes e depois de cada colheita.

O Quadro 6 mostra os resultados na perda de ramos ou ramos quebrados. E não houve diferença significa entre os processos mecânico e manual. O efeito sobre a produção será medido durante a colheita de 1979. Estes dados são aqui mostrados como uma indicação da ordem de grandeza dos danos que não foram medidos nos trabalhos de Jafa e Ocauçu, onde se comparou as produções um ano após a colheita.

QUADRO 6 - Efeito da colheita mecânica em ramos perdidos (perdiso ou quebrados), para amostra de 9 ramos primários por planta - Patrocinio Paulista 1978.

Parcela nº	Nº DE RAMOS				Parcela nº					% RAMOS RETIDOS			
	MANUAL					MECÂNICA				Após Colheita			
	antes		depois			antes		depois		MANUAL		MECÂNICA	
	V*	S*	V*	S*		V *	S*	V*	S*	VERDE	SECO	VERDE	SECO
2	84	12	81	11	1	48	2	46	2	96,4	91,7	95,8	100,0
3	80	28	53	25	4	59	13	51	11	66,3	89,3	86,4	84,6
6	47	11	47	11	5	39	9	33	4	100,0	100,0	84,6	44,4
8	65	9	63	8	7	55	23	50	22	96,9	88,9	90,9	95,7
12	73	5	68	5	9	63	22	47	17	93,2	100,0	74,6	77,3
14	81	8	72	7	10	76	7	67	7	88,9	87,5	88,2	100,0
15	55	9	54	3	11	86	9	80	9	98,2	33,3	93,0	100,0
18	53	9	49	9	13	75	14	70	11	92,5	100,0	93,3	78,6
19	79	3	78	3	16	53	3	49	3	98,7	100,0	92,5	100,0
20	81	6	69	4	17	59	2	58	2	85,2	66,7	98,3	100,0
$\bar{x}$	69,8	10,0	63,4	8,6	$\bar{x}$	61,3	10,4	55,1	8,8	91,6	85,7	89,8	88,1

(*) V = ramos verdes; S = ramos secos
Nenhuma diferença significativa existiu entre os tratamentos

c) Eficiência de Colheita:

No experimento anteriormente descrito, ítem 6, 20 plantas (covas) de cada parcela submetida à colheita mecânica tiveram suas produções analisadas. Procedeu-se à pesagem dos frutos: ensacados pela máquina, remanescentes no solo e nas plantas, Quadro 7. A produção remanescente no solo foi relativamente alta, cerca de 23%, resultado do mal funcionamento das lâminas recolhedoras utilizadas naquela ocasião, que foram posteriormente substituídos. A eficiência dos derriçadores foi de 94%, resultado este já bastante razoável. O estágio de maturação do café na ocasião era: 5 a 10% verdes, 20 a 30% maduros (cerejas) e o restante cafés "passas" e secos.

QUADRO 7 - Análise da Eficiência da Colheita Mecânica, expressa em % do total colhido em peso (kg)

PARCELA Nº	MÁQUINA (Ensacado)	CHÃO (Sobras)	PLANTA (Sobras)
1	72,3	21,3	6,5
4	73,3	20,0	6,8
5	69,0	22,7	8,3
7	73,2	19,7	7,2
9	72,6	22,5	4,9
10	73,2	22,0	4,9
11	73,2	22,0	4,9
13	74,9	18,7	6,4
16	62,9	30,4	6,7
17	66,0	28,6	5,4
$\bar{X}$	71,1	22,8	6,2

d) Observações Operacionais:

A Colhedora em condições normais de trabalho, cobre de 2 a 3 ha por dia Necessita de 1 operador e 2 auxiliares. Podendo-se prever que a máquina atenda de 100 a 150 hectares. A adequação da lavoura se faz necessária devendo-se observar:

1. Plantio em nível
2. O alinhamento das covas deve ser preciso
3. Nas covas as mudam devem seguir o alinhamento das covas
4. Evitar grande número de plantas por cova
5. Plantios em renque são desejáveis
6. Evitar o excesso de troncos por planta
7. O planejamento do plantio deve prever espaço para manobra da máquina nos carreadores.

REFERENCIAS

ANON, *Máquinas para colher café*. Informativo IBC/GERCA (Rio de Janeiro),vol.3, Nº 5, 1973. pag. 1-2.

FRIDLEY, R.B.; YOUNG, C., Computer analysis of fruit detachment during tree shaking. *Transactions fo the ASAE*, Vol. 18, Nº 3 pag. 409-415, 1975.

NOGUEIRA, V.S., Estudos de colheita de café com derriçadeiras vibratórias portáteis. *3º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, pag. 239-242, 1975.

REFFEYE, Ph. de, Modélisation et simulation de la verse du cafeier à l'aide de la théorie de la résistance des matériaux *Café Cacao The (Paris)*. Vol. XX, Nº 4, pag. 251-272, 1976.

YUNG, C.; WANG, J.K., Response of coffee laterals to circular base motion.*Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers*, nº 68-122, pag. 26. 1968.

REDUÇÃO DA EVAPORAÇÃO DE GOTÍCULAS PARA PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS

H.G. Corrêa*
J.V.G. Maziero**

RESUMO

Estudou-se a evaporação utilizando produtos químicos eficientes no controle do fenômeno. Por outro lado, são apresentadas técnicas que permitem acompanhar a evaporação das misturas, com base aquosa.

Os resultados interessam às pulverizações terrestres de defensivos na agricultura, com aparelhos do tipo "canhão" e especialmente aquelas utilizadas com aviões agrícolas.

SUMMARY

This paper refers to the search of techniques for the measuring of droplet evaporation under laboratory controlled conditions. One aims to select chemical evaporation supressors for further pratical usage.

Four chemical compounds mixed with the spray mixture were investigated and the evaporation speeds were compared with that of pure water.

Out of the four, only the O.E.D. (particulary indicated for spraying) performed satisfactory results, reducing evaporation rate about thirty times. So its use land wide swath air blast sprayer as well as in aerial spraying may have a fair way to succeed.

INTRODUÇÃO

Na execução das pulverizações agrícolas, deve-se considerar os problemas decorrentes da evaporação da calda, principalmente tendo-se em vista que a água é o diluente mais comum das formulações. Neste particular, deve haver maior preocupação, especialmente nas aplicações aéreas, quando as gotículas ficam mais tempo expostas, e também naquelas realizadas com pulverizadores do tipo "canhão" que lançam a pulverização sobre a cultura numa faixa de 20 metros e até mais.

AMSDEN (1962) mostrou que em suspensões aquosas contendo 3% de sólidos, quando pulverizadas da altura de 6,1m, em atmosfera calma com 40°C de temperatura e 20% de umidade relativa, todas as gotas inferiores a 150 micras se convertem em pó antes de atingir o solo.

No que concerne à evaporação, a relação da área exposta com o volume da massa líquida é básica (MASS 1971). Quando se tem gotículas, relacionando a área com o seu volume, obtém-se a equação.

$$S/V = 3/r = 6/D \qquad (1)$$

onde:

(*) Pesquisador Científico, da Seção de Máquinas de Impl. de Cultura e Aplicadoras de Defensivos da Divisão de Engenharia Agrícola, do Instituto Agronômico.

(**) Engº Agrônomo, da Seção de Máq. de Impl. de Cultura e Aplicadoras de Defensivos da Divisão de Engenharia Agrícola, do Instituto Agronômico.

S = área da esfera, em micras
V = volume da esfera em micras
r = raio em micras
D = diâmetro
3 e 6 = constantes.

Da equação (1) acima, depreende-se que, reduzindo o tamanho das gotículas, aumenta a área exposta em relação ao volume. Como a evaporação é um fenômeno de superfície, ela está diretamente ligada com a área exposta, havendo, portanto, com a reduação do tamanho das gotas, um aumento da evaporação da massa líquida pulverizada.

Diversos trabalhos já foram apresentados, tratando da evaporação de líquidos (4, 5, 9)* mas existe, na literatura técnica, pouca referência ao controle da mesma. AKENSON e YATES (1964) apresentam os amino-estearatos como tendo boas perspectivas para a redução do fenômeno em pauta. MAKSYMIUK e NEISESS (em 1975), trabalharam em condições de laboratório, procurando controlar a evaporação mas sem resultados expressivos. BEHLEN (1968) por outro lado, apresenta produto que assegura ser eficiente no controle da evaporação mas não mostra estudos específicos.

CUNNINGHAM et alii (1962) também estudaram o fenômeno, usando a técnica do recolhimento direto do produto pulverizado. Se bem que o método apresente características realistas, existiam algumas limitações que prejudicaram os resultados, como o próprio autor admite.

O acompanhamento do fenômeno nas precisas condições, como ele ocorre, é muito difícil, em vista do que se optou pelo seu estudo em condições de laboratório, para, numa fase seguinte, apreciá-lo em condições mais reais. Na prática da pulverização existe grande interesse no controle da evaporação, de modo a evitar que as gotículas perdendo volume se tornem mais sujeitas à deriva.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a relização deste trabalho recolheu-se, junto às indústrias químicas, amostras de produtos aos quais se atribuía ação no controle da evaporação.

Foram utilizados os seguintes produtos: (1)

1. Água destilada (testemunha)
2. Óleo emulsionável (2)
3. Amelosan (3)
4. Synergid (4)
4. O.E.D. (5)

Os tratamentos foram os seguintes:

(*) Os números entre parênteses se referem à bibligrafia citada
(1) A citação de marcas comerciais não representa, da parte dos autores, endosso para utilização com fins comerciais, mas antes se impõe por necessidade de melhor caracterizar o produto.
(2) Spray Oil nº 3
(3) Produto da Farhenverke Hoechst Ag-6230 - Frankefurt
(4) Produzido por H. Stahler GmbH. Chemische Fabrik 216 State, Bez, Hamburg (Western Germany)
(5) Produto da Nikken Chemicals Co. Ltda. nº 5, Tori 1 - Chome, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokio.

Tratamentos	Concentração
a) Água destilada (testemunha)	-
b) Emulsão oleosa	1,0%
c) Emulsão oleosa	5,0%
d) Emulsão oleosa	20,0%
e) Suspensão de Oxicloreto de cobre (50% de cobre metálico) em água	1,0%
f) Suspensão de Oxicloreto de cobre (50% de cobre matálico) em água	4,0%
g) Amelosan em água	1,0%
h) Amelosan em água	4,0%
i) Synergid em água	1,0%
j) Synergid em água	0,4%
l) O.E.D. em água	1,0%
m) O.E.D. em água	0,5%
n) O.E.D. em água	1,0%
o) O.E.D. a 1,0% + Oxicloreto de Cu (50% Cu.met.).....	4,0%

As concentrações foram escolhidas atendendo às recomendações dos fabricantes, incluindo-se também outras que se mostravam viáveis. Elas expressam volume por volume, apeanas o oxicloreto de cobra é expresso em peso/volume.

Na investigação em laboratório do comportamento das misturas preparadas, utilizou-se, primeiramente, a técnica desenvolvida por SAYER (8). Tendo em vista obter maior precisão na técnica experimental, utilizou-se, no presente trabalho, uma célula reduzida para receber o líquido, consistindo de uma laminula de 29 x 20mm com bordos plásticos adaptados para conter o líquido.

A estrutura foi colocada sobre o prato de balança analítica determinando a intervalos regulares, a perda de peso devida à evaporação do líquido.

Considerando-se que esta técnica não retrata bem as condições normais, procurou-se gotejar seus resultados com outra mais realista, onde se observa o comportamento da gotícula suspensa em finos fios.

Empregou-se, primeiramente, a teia de aranha e fios de nailon, mas as gotículas, ao se evaporarem, perdiam a sua forma esférica dificultando o cálculo da perda de volume. Melhores resultados foram obtidos com fios de vidro (fiber glass) com 10 micras de espessura, porquanto as gotas se mantinham esféricas até sua quase total evaporação. Os fios foram montados em pequenas estruturas metálicas quadrangulares de 2,5 x 2,5cm para facilitar seu manuseio.

As gotas geradas por um pulverizador manual foram colhidas nesta montagem e imediatamente colocadas sobre a platina do microscópio, que possuía retículo graduado, procedendo-se à leitura dos diâmetros a intervalos regulares.

Para a realização desse trabalho, a unidade experimental não dispunha, como seria desejável, de câmara com temperatura e umidade controladas; deste modo, procurou-se realizar o ensaio dentro do menor espaço de tempo, escolhendo-se ainda períodos nos quais a variação desses parâmetros meteorológicos era menos acentuada.

Na primeira fase da experimentação, quando se aplicou a técnica de Sayer o peso do líquido utilizado foi sempre próximo de 200mg. Como a concentração dos produtos investigados era pequena, pode-se admitir, sem prejudicar o trabalho, que se usou o mesmo volume em cada uma das determinações.

Na segunda fase, quando se utilizou os fios de vidro, preocupou-se com a escolha do tamanho das gotículas, para início da observação do fenômeno. Operando-se com gotas grandes, 300-500 micras ou maiores, não seria fácil observar o caráter exponencial do fenômeno, uma vez que sua relação área exposta e volume seria pequena, com diminuta velocidade na redução dos diâmetros; por outro lado com gotas muito pequenas, inferiores a 100 micras, nas condições do ensaio seria difícil acompanhar sua redução de diâmetro. Em vistas dessas considerações, utilizou-se, no trabalho, gotas de 145 micras que se revelaram perfeitamente adequa

das às observações em questão.

Os ensaios de determinação de perdas de volume foram repetidos 3 vezes, tomando-se a média por resultado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta as perdas de volume de cada uma das misturas em função de tempo de observação do fenômeno, quando se utiliza a técnica da lamínula para exposição do líquido. Estes resultados são expostos sob a forma de gráfico na Figura 1.

QUADRO 1 - Perdas Percentuais da Massa Líquida, devidas à Evaporação em Célula de Vidro. Condições Ambientais: Temperatura, Média 26°C e Umidade Relativa 46%

TEMPO EM	TRATAMENTOS				
MINUTOS	Água Destilada - Ā	Emulsão Oleosa 20% - D̄	Amelosan 4% - H	Synergid 4% - I	O.E.D. O_L 5%
5	4,9	3,0	5,0	4,8	2,4
10	8,8	5,9	8,7	9,4	4,6
15	13,4	8,8	13,2	13,8	6,5
20	17,7	12,0	18,2	18,5	8,4
25	22,8	15,0	22,1	22,7	10,2
30	27,4	17,8	26,8	27,0	12,1
35	32,3	21,2	31,1	31,1	14,0
40	36,3	24,0	35,5	35,8	15,7
45	40,8	27,2	39,5	40,0	17,5
50	45,2	30,4	43,9	44,7	19,0
55	49,3	33,2	47,7	49,6	20,9
60	53,2	36,1	51,7	53,9	22,6

Os resultados obtidos, empregando-se a técnica de gotículas pulverizadas sobre tela de fio de vidro, encontram-se nos Quadros 2 e 3.

Na Figura 2 é apresentado o gráfico correspondente a cinco tratamentos representativos, abrangendo estes dois quadros.

No Quadro 2, observa-se que alguns tratamentos paralizaram a perda de volume, não havendo, portanto, evaporação total. As gotículas, perdendo a água, deixaram, como resíduo final, o produto concentrado, isto ocorrem com o óleo emulsionável oxicloreto de cobre e o Amelosan.

O comportamento da emulsão oleosa, no que diz respeito à gradual evaporação, tanto numa como noutra técnica, alinha-se com a testemunha. Mesmo na maior percentagem investigada, 20% de óleo emulsionável, não se obteve um controle satisfatório do fenmeno. Portanto, a utilização do óleo emulsionável nas pulverizações agrícolas sujeitas à evaporação, apenas se justifica quando sua participação for majoritária na formulação da calda, porque somente nestas condições, perdendo a água de emulsão, as gotículas ainda manteriam suficiente massa para se contrapôr a uma deriva acentuada.

Entretanto, isto conduz a limitações: de um lado fitotécnico, porque a cultura pode não tolerar a dose de óleo e, de outro, a atual valorização dos derivados de petróleo não possibilitaria, econômicamente, tal uso.

O Amelosan e Synergid, recomendados para controle da evaporação de gotí

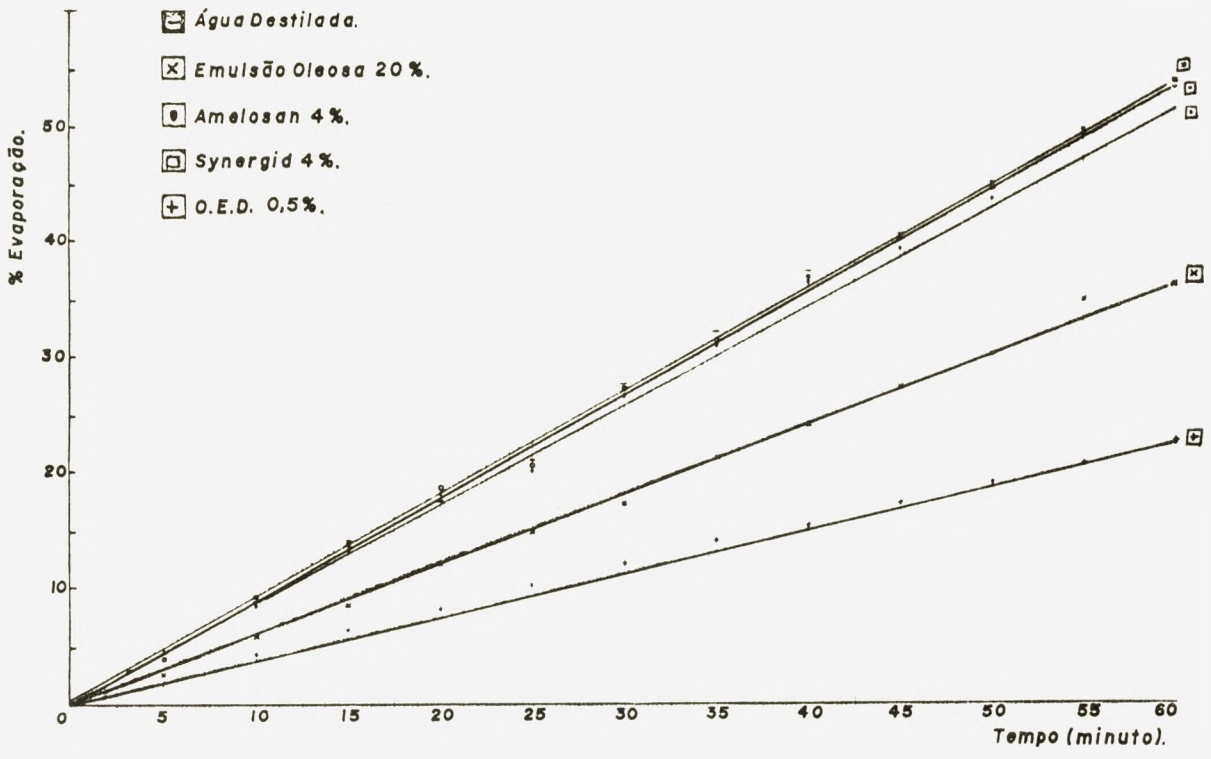


FIGURA 1 - Perdas percentuais de massa líquida.

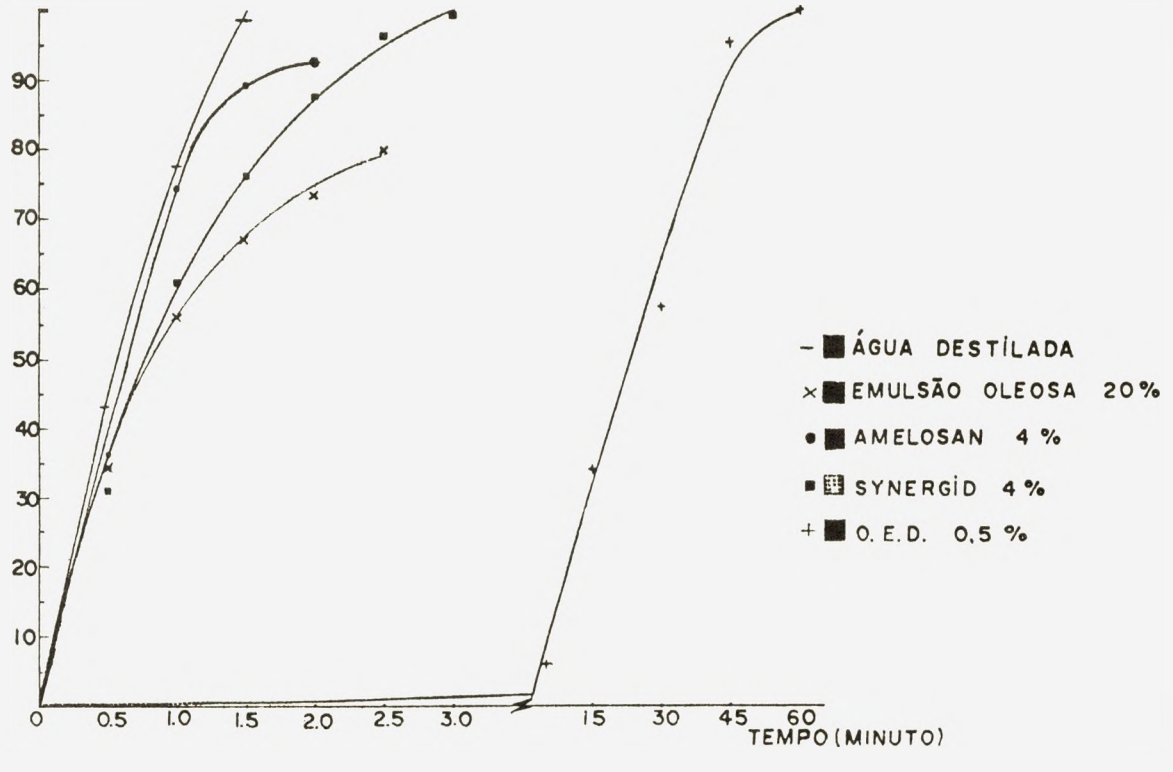


FIGURA 2 - Perdas percentuais de massa líquida utilizando goticulas.

culas nas aplicações de defensivos, também não proporcionaram resultados satisfatórios, perdendo volume em ritmo mais acelerado do que as suspensões normais de oxicloreto de cobre a 1 e 4%.

Apenas o O.E.D., mesmo na mais baixa formulação, se destacou no controle do fenômeno.

QUADRO 2 - Perda Percentual do Volume das Gotículas em Função do Tempo. Condições Ambientais: Temperatura Média 21°C e Umidade Relativa 59%

TEMPO EM SEGUNDO	TRATAMENTOS									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	43,4	61,6	36,0	34,4	19,3	17,5	31,3	36,0	31,3	31,3
60	76,9	93,0	67,2	561,4	29,6	26,3	56,4	74,5	58,7	61,0
90	98,1	100,0	85,1	67,2	41,9	40,5	79,9	89,3	77,7	76,1
120	100,0		94,0	73,7	57,6	51,5	95,9	93,0	97,3	87,8
150			94,0	79,9	76,9	67,2	98,0	93,0	100,0	96,4
180				79,9	98,5	75,3	98,0			100,0
210					99,2	87,8				
240					99,2	94,9				
270						94,9				

QUADRO 3 - Perda Percentual do Volume das Gotículas em Função do Tempo. Condições Ambientais: Temperatura Média 21°C e Umidade Relativa = 59%

TEMPO EM MINUTO	TRATAMENTOS			
	X	L	M	N
0	0	0	0	0
15 (900 s)	37,5	34,0	36,0	31,3
30 (1800 s)	67,2	57,6	64,2	69,2
45 (2700 s)	85,1	94,9	81,3	93,7
60 (3600 s)	100,0	100,0	93,0	93,0
75 (3500 s)			100,0	

Comparando as Figuras 1 e 2, observa-se, na primeira, a linearidade dos gráficos em contraste com as curvas exponenciais da segunda. Na utilização da técnica de Sayer, não existe variação de área de exposição e, nessas condições, a evaporação se processa de forma contínua e uniforme. Comparada a experiência com gotas, a redução do volume na média dos cinco tratamentos foi pequena, 43% no final de uma hora. No mesmo período, a média da relação S/V* nos tratamentos do Quadro 1, cresceu de 0,0029 para 0,0051, variando 43%.

(*) Utilizou-se a micra como unidade para processamento desses dados.

Nas investigações com gotículas, a redução da área exposta é concomitante à do volume, do que decorre acentuada modificação daquela relação. Para a média dos tratamentos do Quadro 2, no final de um minuto esta relação de 0,041 para 0,058, aumentando, assim, 29%, enquanto que na fase anterior ela variou apenas 43% em uma hora.

Estes dados ressaltam a velocidade do fenômeno ao se trabalhar com gotículas, o que, evidentemente, permite a detecção mesmo de pequenas variações do volume em reduzido tempo de ensaio, oferecendo, por outro lado, curvas como aquelas da Figura 2.

Cabe ainda comparar o valor inicial da relação S/V da primeira fase da experimentação, 0,0029, com a da segunda, 0,041, que é cerca de 14 vezes maior. Isto mostra que na segunda fase o líquido está muito mais exposto, o que, evidentemente, determina maior velocidade no fenômeno da evaporação.

CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados obtidos nos tratamentos do Quadro 2, verifica-se que eles não deferiram de modo marcante da água que atuou como testemunha. Apenas as suspensões, contendo óxido cloreto de cobre, persistiram um pouco mais

Com respeito ao óleo emulsionável, verificou-se que o mesmo não controla de modo satisfatório, a evaporação, apresentando comportamento alinhado com a testemunha, persistindo no final do processo apenas a fração oleosa.

Quanto aos demais produtos químicos, apenas o O.E.D. apresentou resultados satisfatórios no controle da evaporação. Com a sua utilização, a velocidade do fenômeno em gotículas pulverizadas foi retardada aproximadamente 30 vezes, pois foram necessários 30 minutos para que as gotículas perdessem, em média, 64% de seu volume, enquanto que os demais produtos em um minuto perderam, em média, 60% do volume das gotículas.

Ensaios realizados com o O.E.D. na cultura de café, durante o ciclo de tratamento contra a ferrugem (Hemiléia vastatrix, Berk et Br.) não apresentarm nenhum efeito fitotóxico.

Os resultados deste trabalho apresentam boas perspectivas para o controle da evaporação nas aplicações terrestres com aparelhos do tipo "canhão" e principalmente nas aplicações aéreas.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam seu agradecimento ao Engenheiro Agrônomo Ernest W. S. Kubart, pelo estímulo gerado na discussão do assunto e, também, aos auxiliares técnicos Antônio Brentan e Florisval da Silva Santos, pelo empenho desenvolvido para precisão deste trabalho.

LITERATURA CITADA

AKENSON, N.B.; YATES, W.E. Problemas relating to application of agricultural - chemicals and resulting drift residues. *Ann. Rev. Entomology* 9, 285-318. 1964,

AMSDEN, R.C. Reducing the evaporation of sprays. *Agric. Aviation* 4, 88-93. 1962,

BEHLEN, W. "Synergid 3" an invention of particular value to agricultural avia - tion. *Agric. Aviation* 10(3) 84-86 1963.

CUNNINGHAM, R.T.; BRANN Jr. J.L.; FLEMING G.A., Factores affecting the evapora - tion of water fron droplets in airblast spraying. *J. Econ. Ent.* 55(2): 192-198. 1962.

GOERING, C. E.; BODE, L.E.; GEBBARDT, M.R. Mathematical modeling of spray droplet deceleration and evaporation. *Transactions of the ASAE* 15, 220-225 1972,

MAKSYMIUK, B.; NEISESS, J. Physical properties of Bacillus thuringiensis spray formulations. *J.Econ. Entomology* 68(3): 407-410. 1975.

MASS, W. U L V application and formulation techniques *N.V. Philips* Duphar-Crop pretection Division Amsterdam - The Netharlands, 1971, 165 pp.

SAYER, H.J.; Insecticide formulations for locust control. *DLCO, Asmara*. Ethiopia

WILLIAMSON, R.E.; THREADGILL E.D., A simulation for the dynamics of evaporating spray droplets in agricultural apraying. *Transactions of the ASAE*. 17, 254 - 261. 1974.

PROGRAMAÇÃO PARA EMPREGO DOS ARADOS

A.A.M. Corrêa*

RESUMO

São considerados os fatores que influem na resistência à tração oferecida pelos arados, para depois serem comparados com as forças trativas exercidas pelos tratores, deduzidas as perdas de potência, devido às condições locais e à redução na força, em função dos fatores de declividade e do coeficiente de rolamento do terreno.

Há um conjunto de elementos que são variáveis e que influem nos valores finais obtidos, tornando os cálculos muito extensos; contudo, em face do uso das modernas calculadores ou mesmo de computadores, o cálculo tornou-se mais rápido, permitindo ao técnico a elaboração de tabelas que possibilitam o seu emprego para uma boa programação do uso dos arados.

Obtidos esses valores, são calculadas as potências mínimas dos tratores, em função dos períodos de tempo (horas) para a lavra de diversas extensões de áreas.

SUMMARY

The factors that exert influence in the resistance to traction offered by the plow are considered so that they might be compared with the tractive forces exerted by tractors, less the loss of power due to local conditions and to reduction in force due to declivity and rolling soil coefficient.

There is a group of variable elements that exert influence in the final valnes obtained, turning calculations very extensive: nevertheless, in view of the use of modern calculators or even computers, the calculation has become faster, enabling the operator to elaborate tables that allow their use for a correct program for the use of plows.

Once such values are obtained the tractors minimum power are calculated, considering the periods (hours) for the plowing of the various areas.

INTRODUÇÃO

Para a execução da programação da maquinaria agrícola, há dois aspectos a analisar: um, o agricultor dispõe de conjuntos e deseja conhecer o máximo da capacidade que os equipamentos podem proporcionar; outro, em função da área agricultável existente, saber a capacidade operacional da maquinaria a ser adquirida a fim de programar a sua utilização. Em uma ou outra situação, o período em que as tarefas podem ser executadas é influenciado pelas condições climáticas.

O máximo aproveitamento da capacidade de trabalho da maquinaria, determinado em função da força motora ou trativa disponível e da resistência oferecida

---

(*) Engenheiro Agrônomo, Professor-Adjunto, Livre Docente do Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

ou esforço requerido pelo equipamento, influenciará no seu custo operacional.

O dimensionamento da maquinaria agrícola estará, também, subordinado aos fatores locais do solo, topografia e área dos terrenos, influindo diretamente na determinação do quantitativo de força a ser empregado.

Para a determinação das características da maquinaria e da potência necessária à execução dos serviços, vários autores preconizam o emprego de nomogramas ou ábacos, ou mesmo o cálculo manual. O primeiro não apresenta grande precisão nas determinações e o segundo é muito trabalhoso.

Com a utilização de calculadoras programáveis, ou mesmo de computadores, os cálculos se tornaram mais rápidos e permitem uma interação de troca de informações no decurso da operação da programação entre a calculadora e o técnico que deseja proceder à seleção da maquinaria.

O objetivo deste trabalho é o de analisar os fatores que intervêm nos cálculos do dimensionamento da potência do trator e do esforço requerido pela maquinaria. O presente estudo limita-se ao arado, por ser o equipamento que requer maior esforço tratório.

MÉTODOS

1. ESFORÇO RESISTENTE DOS ARADOS

O esforço necessário para o trabalho de um equipamento agrícola é variável. Para um arado, deve ser considerada a largura de corte de cada disco ou aiveca, a profundidade de aradura e o fator de resistência do solo.

A profundidade de trabalho pode variar, dependendo principalmente das condições do terreno, da altura da camada superficial e do grau de umidade. A profundidade está, também, relacionada com o tipo de aradura adotada na região e em função da exploração a ser realizada na área mobilizada.

O fator de resistência do solo, que interfere no esforço requerido pelo arado, é referido em quilogramas por decímetro quadrado (kg/dm^2) ou em quilogramas por centímetro quadrado (kg/cm^2). Este elemento é variável com a constituição física do solo, a sua estrutura, a quantidade de matéria orgânica nele existente, o grau de umidade, o tipo de vegetação e a continuidade de mobilização do terreno.

Há, ainda, dois outros fatores que influem no aumento da resistência do arado: a declividade e as condições de rugosidade do terreno. A velocidade com que o arado é tracionado influi no esforço tratório requerido havendo, portanto, um acréscimo na resistência. Assim, consideramos um percentual sobre a resistência do arado, proporcional à velocidade, fornecendo um novo valor, denominado resistência total do arado, não considerando, deste modo, a influência da declividade da gleba que está sendo utilizada.

No cálculo da margem de segurança com que o tratar deve rebocar o arado temos adotado adicionar o percentual à exigência trativa do trator e não à resistência total do arado. Para tal fim, temos empregado a fórmula:

$$MS = \frac{F_{Tr} - R_T}{F_{Tr}} \times 100 \qquad (1)$$

em que: MS = Margem de segurança
F_{Tr} = Força trativa exercida, em kgf
R_T = Resistência total da carga, em kgf.

Adotando a fórmula para a resistência do arado à tração (R_A) em kgf, temos:

$$R_A = P \times L \times R_s \qquad (2)$$

em que:

P = Profundidade, em decímetros
L = Largura de corte do arado, em dm
R_s = Fator de resistência do solo à tração (kgf/dm^2).

O acréscimo devido à velocidade é um percentual de R_A, em função da velocidade com que o arado é tracionado:

$$A_v = Per \times R_A \quad (3)$$

onde:

A_v = Acréscimo devido à velocidade, em kgf
Per = Percentual adotado, em centésimos
R_A = Resistência do arado, em kgf.

A resistência total (R_T) em kgf, é igual à resistência do arado (R_A) mais o acréscimo devido à velocidade (A_v), donde:

$$R_T = R_A + A_v \quad (4)$$

Substituindo (2) e (3) em (4), temos:

$$R_T = (P \times L \times R_S) + (Per \times P \times L \times R_S); \text{ ou}$$
$$R_T = (P \times L \times R_S) \times (1 + Per) \quad (5)$$

Substituindo (5) em (1), temos:

$$F_{TR} = \frac{(P \times L \times R_S) \times (1 + Per)}{1 - \frac{MS}{100}} \quad (6)$$

Portanto, para cada valor das variáveis de profundidade de aradura, largura de corte do arado, fator de resistência do solo, percentual de esforço devido à velocidade e margem de segurança, temos um valor da força trativa que deverá exercer o trator.

2. FORÇA DESENVOLVIDA PELOS TRATORES

A potência efetiva ou nominal do motor do trator é influenciada pelas condições de altitude (pressão atmosférica), temperatura e grau de umidade do local onde o trator está realizando os seus trabalhos, resultando num percentual de perda sobre a potência efetiva, portanto:

$$P_L = Pot_{Ef} - (AT\,U \times Pot_{Ef}) \quad (7)$$

onde:

P_L = Potência efetiva local
Pot_{Ef} = Potência efetiva
ATU = Percentual de perda de potência, em função da altitude, temperatura e grau de umidade

ou:

$$PL = Pot_{Ef} \times \frac{100 - ATU}{100} \quad (8)$$

A potência desenvolvida na barra de tração é um percentual da potência efetiva e a sua relação nos é dada pelo coeficiente de transmissão.

$$n = \frac{Pot\ BT}{Pot_L} \times 100 \quad (9)$$

Portanto:

$$Pot_{BT} = Pot_L \times \frac{n}{100} \quad (10)$$

Substituindo (8) em (10), teremos:

$$Pot_{BT} = Pot_{Ef} \times \frac{n\ (100 - ATU)}{10000} \qquad (11)$$

Considerando a perda devido à altitude, temperatura e grau de umidade em 5% e o coeficiente de transmissão de 75%, teremos:

$$Pot_{BT} = 0,7125 \times Pot_{Ef} \qquad (12)$$

A potência em cavalo-vapor (CV) nos é dada pela fórmula:

$$Pot_{CV} = \frac{F \times V}{75} \qquad (13)$$

Considerando a potência na barra de tração (Pot_{BT}), a força desenvolvida será a da barra de tração (F_{BT}) e adotando a velocidade (V) em quilômetros por hora (kg/h), teremos:

$$Pot_{BT} = \frac{F_{BT} \times V}{270} \qquad (14)$$

donde:

$$F_{BT} = \frac{Pot_{BT} \times 270}{V} \qquad (15)$$

ou, substituindo (12) em (15):

$$F_{BT} = \frac{0,7125 \times Pot_{Ef} \times 270}{V} = 0,7125 \times Pot_{Ef} \times \frac{270}{V} \qquad (16)$$

A força trativa (F_{TR}) que o trator desenvolve é a força que ele é capaz de produzir na barra de tração (F_{BT}), menos a força necessária ou gasta no seu deslocamento (F_R) e a força devido à declividade do terreno (Fi).

A força dispendida para o deslocamento é, também, dependente do coeficiente de rolamento, que é variável com o tipo de piso.

Assim, temos: $F_{RT} = F_{BT} - (F_R + F_i)$ (17)

Como F_r e F_i dependem do peso, vamos adotar valores que relacionem a potência do trator na barra de tração com o seu peso. Para os tratores nacionais, temos adotado a relação de um cavalo-vapor de potência (C.V) na barra de tração, para cada 50 kg de peso.

Para a força devido ao deslocamento do trator, temos:

$$F_R = P_e \times K_R \qquad (18)$$

em que: F_R = Força gasta para deslocamento do trator, devido ao coeficiente de rolamento (kgf)
P_e = Peso, em quilos (kg)
K_R = Coeficiente de rolamento (kgf/kg)

Para a força gasta em função da declividade, temos:

$$Fi = Pe \times \frac{i}{100} \qquad (19)$$

Como estamos considerando o peso do trator $Pe = 50 \times Pot_{BT}$, temos:

$$F_R = 50 \times Pot_{BT} \times K_R$$

e, $$F_i = 50 \times Pot_{BT} \times \frac{i}{100} = 0,5\ Pot_{BT} \times i$$

ou: $$F_R + F_i = Pot_{BT} (50 K_R + 0,5i) \quad (20)$$

Substituindo (16) e (20) em (17), obtemos:

$$F_{TR} = 0,7125 \times Pot_{Ef} \frac{270}{V} - (50 K_R + 0,5i) \quad (21)$$

Podemos, assim, determinar as forças trativas desenvolvidas em função das variáveis: potência efetiva, velocidade de trabalho, coeficiente de rolamento (K_R) e declividade (i).

Obtidos esses valores da força atrativa, podemos, então, confrontá-los com os determinados para os arados em (6), levando em conta a mesma velocidade de trabalho.

3. CAPACIDADE OPERACIONAL

A capacidade de trabalho das máquinas que se deslocam é igual à área trabalhada, em hectares (ha), ou metros quadrados (m^2), em uma unidade de tempo especificada (hora).

Na determinação da capacidade de serviço das máquinas que se deslocam, observamos: 1º) a capacidade calculada; 2º) a capacidade efetiva ou real.

Na capacidade calculada, o serviço é total, como se o conjunto estivesse continuamente em trabalho; enquanto na capacidade efetiva, é considerado que o conjunto (trator + equipamento) gasta certo tempo, além do serviço no campo, em manobras, ajustagens, embuchamentos, reabastecimento etc.

A capacidade calculada é igual à largura utilizada do equipamento (L), multiplicada pela velocidade de deslocamento (V).

$$Cap_{Cal} = L\ (m) \times Vel\ (m/h) \quad (22)$$

Com estes valores, a capacidade calculada é fornecida em m^2/h.

A relação entre a capacidade de trabalho efetiva e a capacidade calculada é denominada de coeficiente de eficiência de serviço de campo. Esse rendimento é expresso em porcentagem e variável para os diversos equipamentos e com as condições locais de trabalho.

$$Ef = \frac{Cap.\ Efetiva}{Cap.\ Calcul.} \times 100 \quad (23)$$

onde: Ef = Coeficiente de eficiência de serviço de campo (em porcentagem)
donde:

$$Cap_{ef\ (ha/h)} = \frac{Cap.\ Calc. \times Ef}{100} = \frac{Vel \times L \times Ef}{1000000} \quad (24)$$

Adotando a velocidade de deslocamento em kg/h, a largura de corte do arado em decímetros e o coeficiente de eficiência de serviço em porcentagem, a capacidade de trabalho efetiva, em ha/h, é igual a:

$$Cap_{ef\ (ha/h)} = \frac{Vel\ (km/h) \times L\ (dm) \times Ef\ (\%)}{10000} \quad (25)$$

O tempo gasto para a aradura de um (1) hectare (ha) é igual a:

$$T_{h/ha} = \frac{10000}{Vel \times L \times Ef} \quad (26)$$

Adotando o coeficiente de eficiência, em centésimos, temos:

$$Cap_{tr} = \frac{Vel \times L \times Ef}{100} \quad (27)$$

logo:

$$T_{h/ha} = \frac{100}{Vel \times L \times Ef} \quad (28)$$

Como estamos com os valores de velocidade e de largura do arado já estabelecidos, resta-nos fazer variar os coeficientes de eficiência para a aradura, e teremos os valores da capacidade de trabalho efetiva, bem como os tempos necessários para mobilizar um hectare (h/ha).

4. POTÊNCIA DO TRATOR E ÁREA TRABALHADA

O período (quantidade) de horas que o agricultor tem para mobilização do solo, é um fator importante na selação do equipamento e vai influir na largura de corte do arado, na velocidade de trabalho e, consequentemente, na potência do trator.

Para fins de estudo, dividimos os períodos para a aradura do terreno em: intenso, quando inferior a 120 horas; regular, de 140 a 200 horas; e, extenso, de 220 a 300 horas.

Conhecida a área a ser mobilizada e o tempo disponível para a aradura podemos determinar a capacidade de trabalho que deve ter o conjunto (ha/h) ou o tempo (h) que é necessário para arar um hectare (ha).

5. EXEMPLIFICAÇÃO DO MÉTODO

A - Considerando uma área de 80 ha para ser arada e o período de aradura de 200 horas, o tempo para a arar um hectare (ha) será de 2,5 h, ou seja, o conjunto trator + arado deve ter uma capacidade de trabalho de 4000 m^2/h.

B - Selecionemos uma velocidade de aradura, em função das condições locais de trabalho, bem como um coeficiente de serviço de campo. Com estes valores, podemos estabelecer a largura de trabalho do arado. Adotando a velocidade de 4,5 km/h, com um coeficiente de eficiência de 75%, teremos uma largura de corte do arado de 1,20m, o que pode ser atendido com um arado de 4 discos de 30cm de corte de cada disco.

C - Em função das características do solo e da exploração, estabelecemos a profundidade da lavra, o fator de resistência do solo e a margem de segurança, que nos fornecerão a força trativa necessária para o arado (fórmula 6).

Consideremos a profundidade de 20cm (2 dm); o fator de resistência do solo de 50 kgf/dm^2; e a margem de segurança de 10%, e obteremos a força trativa de 1533 kgf.

D - De acordo com a topografia do terreno, o tipo de piso (coeficiente de resistência ao rolamento), determinamos a potência efetiva que deve possuir o trator (fórmula 23).

Para o nosso exemplo, foram adotados os valores de K_R = 0,12 e a declividade de 10%.

O resultado obtido é de um trator com cerca de 45 CV de potência efetiva para uma perda por altitude e temperatura de 5%, com um coeficiente de transmissão de 75% e um peso médio de 50 kg por cavalo-vapor (CV) de potência na barra de tração.

Adotando os valores anteriormente fixados, podemos elaborar um quadro, que permite estabelecer a potência efetiva adequada para cada área, em função do período de lavra do terreno.

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

QUADRO 1 - Potência Mínima dos Tratores em C.V. em Função dos Períodos de Horas e da Área a ser Lavrada

H / HA	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
20	40	30	25	(º)	-	-	-	-	-	-
25	45	40	30	(º)	-	-	-	-	-	-
30	55	45	35	30	(º)	-	-	-	-	-
35	65	50	40	35	30	(º)	-	-	-	-
40	70	55	45	40	35	30	(º)	-	-	-
45	-	65	50	45	40	35	30	(º)	-	-
50		70	55	50	40	(º)	35	30	(º)	-
55		-	65	55	45	40	(º)	30	(º)	-
60			70	55	50	45	40	35	30	(º)
65			-	65	55	45	(º)	35	30	(º)
70				65	55	50	45	40	35	30
75				70	65	55	50	40	35	30
80				-	65	55	50	45	40	35
85					70	65	55	45	45	40
90					-	65	55	50	45	40
95						70	65	50	45	40
100						-	65	55	50	45
105							65	65	55	50
110							70	65	55	50
115							-	70	65	55
120								-	65	55
125									65	55
130									70	65
135									-	65
140										70

OBS: (º) Significa que um trator de potência igual pode lavrar a área considerada no período de horas menor.

6. CONCLUSÕES

A - Considerando o período de tempo para a aradura, é importante a determinação da potência efetiva que deve possuir o trator, a fim de, em função das condições locais, realizar a operação dentro do prazo programado.

B - Os períodos intensos (60 a 120 h) requerem, logicamente, tratores de maior potência efetiva, para que realizem o serviço no período adequado; contudo em face do limitado uso do número de horas, a potência do trator deve ser a calculada, pois um modelo de maior capacidade tornaria o custo do serviço mais elevado, pela possibilidade de maior ociosidade.

C - Para os períodos de tempo regulares (140 a 200 h), há uma maior segurança para a realização dos serviços de aradura; logicamente, em função da área a ser mobilizada, deve ser prevista a escolha do modelo de trator mais adequado.

D - O trator de 30 CV, de potência efetiva, de acordo com as condições previamente estabelecidas em nossa exemplificação, é capaz de lavrar uma área de até 50 ha, quando o período de aradura for 200 h; no entanto, somente é indicado para uma área de 20 ha, quando o período de lavra for 80 h.

E - O trator de 40 CV, de potência efetiva, é capaz de lavrar uma área de até 75 ha, para um período de aradura de 200 h; e é indicado para uma área de 25 ha, para um período de lavra de 80 h.

F - O trator de 50 CV, de potência efetiva, é indicado para uma área de 100 ha, quando o período de aradura for em torno de 220 h e para uma área máxima de 35 ha, para 80 h.

G - Em face das condições pré-estabelecidas, o trator de 60 CV não pode ser analisado e sim o de 65 CV, que é indicado para uma área de 125 ha, quando o período de lavra for 220 h, e para o máximo de 45 ha, para um período de 80 h.

H - O emprego de fórmulas adequadas permite, ao programador, a elaboração de tabelas contendo os diversos fatores variáveis, que possibilitam uma análise ampla do problema da seleção do modelo do trator e do arado adequado às condições locais.

LITERATURA CITADA

BAINER, R. et alii - *Principles of farm machinery* John Wiley & Sons, New York, 1955.

CORRÊA, A.A.M. - *Rendimento e despesas no emprego de tratores e implementos agrícolas*. Serv. Informação Agrícola, Ministério da Agricultura, 1976. 61 pp.

CORRÊA, A.A.M. e PENTEADO, A.F. - Otimização operacional da potência dos tratores em função da área agricultavel. *"Arquivos"*, U.F.R.R.J. 2:2, 51-58. 1972.

MIALHE, L.G. - *Manual de Mecanização agrícola*. Ed. Agronômica Ceres Ltd.São Paulo. 1974.

SMITH, H.P. - *Farm machinery and equipement*, Mc Graw Hill, New York. 1965.

MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CORTE DO COLMO DE CANA DE AÇÚCAR COM PÊNDULO DUPLO

C.S. Chang*
J.A. Bernardi**
J.V.G. Maziero**

RESUMO

O consumo de potência para corte do colmo de cana de açúcar é elevado; portanto, a medição da resistência ao corte é necessária para o melhoramento da eficiência do corte. O pêndulo é o mais simples dispositivo para a medida de resistência dinâmica, mas para um projeto simples e compacto com elevada capacidade de armazenamento de energia e exigência de velocidade de impacto, um par de pêndulos com uma mola torcida são usados.

A investigação preliminar revelou que a resistência ao corte é grandemente afetada pela geometria do cortador e particularmente pelo afiamento da borda de corte.

A diferença de resistência ao corte entre um cortador manual afiado e um cortador comercial de base menos afiada da colheitadeira mecânica, é de 3 a 6 vezes, e a perda de potência envolvida não pode ser desprezada (ou não pode ser ignorada).

SUMMARY

Power consumption of cutting sugar cane stalk is high, measuring cutting resistance is therefore necessary for improving cutting efficiency. Pendulum is the most simple device for measuring dynamic strength, but for a simple compact design with high capacity of energy storage and impact velocity - requirement a pair of pendulum with one torsional spring are used. The preliminary investigation revealed that the cutting resistance is greatly effected by the cutter geometries, particularly the sharpness of cutter edge. The difference of cutting resistance between a sharpened hand cutter and the less sharpened commercial base cutter of mechanical harvester is three to six times, the power loss for which can not be overlooked.

INTRODUÇÃO

O corte do colmo de cana de açúcar é uma operação que consome elevada quantidade de potência, especialmente nas colhedeiras de cana picada em toletes (SPARGO e BAXTER - 1974). Portanto, para se introduzir qualquer melhoramento no projeto do sistema de corte, visando reduzir suas exigências de potência é necessário medir-se a resistência (ao corte) oferecida pelo colmo. Sendo o corte uma ação dinâmica, cuja resistência em contrário é afetada pela resistência e dureza de colmo de cana (COCHRAN e BAKER - 1970), também a geometria do cortador e a velocidade de corte (CHANG - 1977 e MOHSENIN - 1970), por isto, a resistência ao corte pode ser considerada como uma propriedade composta.

O objetivo deste estudo é desenvolver um dispositivo simples para verificar a resistência ao corte oferecida por colmos de diferentes variedades

---

(*) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo - Brasil

(**) Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo - Brasil

de cana à ação de cortadores comerciais.

CHANG (1977) tentou desenvolver um dispositivo para medir a resistência ao corte por impacto; entretanto, em razão da necessidade de uma instrumentação sofisticada, seu emprego de modo generalizado é difícil.

Para superação de tal inconveniente, buscou-se uma solução mais simples, de aplicação universal, através da utilização de um par de pêndulos, como mostrado na Figura 1.

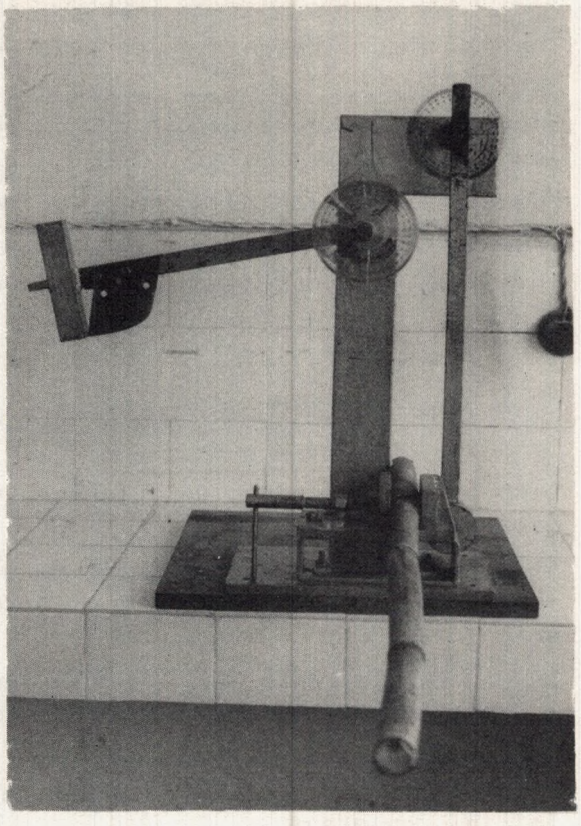


FIGURA 1 - O dispositivo usado para medir a resistência ao corte. Á esquerda, o pêndulo acional com a mola de troção no eixo de rotação e um aparador com borracha no centro sob o martelo. Á direita, o pêndulo de reação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O pêndulo é o mais comum dos dispositivos para medição da resistência dinâmica de materiais biológicos (BURAMISTROVA - 1963). Porém, no caso específico do colmo da cana de açúcar, a velocidade de corte exigida é bastante elevada, cerca de 10 m/seg., o que não pode ser obtido facilmente com dispositivos pendulares simples e de pequeno porte. A velocidade em tais dispositivos, cujo movimento se baseia em queda livre, é limitada pelo comprimento do braço, que no caso da cana necessariamente haveria de ser muito grande, comprometendo o seu dimensionamento geral. Por isso, propôs-se a construção de um dispositivo com par de pêndulos, no qual um deles é impulsionado com auxílio de uma mola de torção, que fornece energia ao sistema, permitindo, além disso, selecionar a velocidade a ser empregada. As peças de corte a serem testadas são montadas neste primeiro pêndulo. A energia excedente, remanescente do corte, é determinada pela segunda unidade pendular, chamada de pêndulo de reação através de uma ação de impacto.

A ação do primeiro pêndulo é imediatamente interrompida por um anteparo de borracha tão logo o contato com o segundo pêndulo, na posição de zero grau, é feito. Portanto, a principal vantagem da mola de torção é que sua capacidade de armazenamento de energia e velocidade de ação podem ser aumentadas muitas vezes sem o aumento das dimensões físicas do pêndulo.

TEORIA E EQUAÇÕES

A energia de corte absorvida pelo colmo da cana é determinada como se segue:

$$E_c = E_a - E_r \qquad (1)$$

onde:

E_c = Energia absorvida pelo colmo de cana durante o corte em Kgf - cm

E_a = Energia fornecida pelo pêndulo de acionamento que é calculável em Kgf - cm

E_r = Energia excedente após o corte e recebida pelo pêndulo de reação em Kgf - cm.

A energia total E_a fornecida pelo pêndulo de acionamento é determinada pela fórmula:

$$E_a = W \cdot \bar{r} \, (1 - \cos \Theta_a) + \int_{\Theta_i}^{\Theta_i + \Theta_a} K\Theta \quad d\Theta \qquad (2)$$

onde:

W = Peso total do pêndulo de acionamento, incluindo o peso da unidade de corte

$\bar{r}$ = Distância do centro de rotação do pêndulo ao seu centro de gravidade determinado com o cortador montado em seu braço

Θ_a = Ângulo formado pelo pêndulo de acionamento em relação à sua posição inicial, central, para o teste, em graus.

Θ_i = Ângulo inicial da mola de torção feito pelo carregamento inicial, em graus

Θ = Ângulo de torção da mola produzido pela carga em graus

K = Constante da mola de torção em Kfg - cm/rad

Rad = Ângulo de radianos.

A velocidade de corte é, então, determinada da seguinte forma:

$$V = \sqrt{\frac{2E_a}{M}} \qquad (3)$$

onde:

V = Velocidade de corte em m/seg.

M = Massa total do pêndulo de acionamento em Kg.

A força média de corte é determinada pela fórmula:

$$F = \frac{E_c}{D} \qquad (4)$$

onde:

F = Força média cortante em Kfg

D = Diâmetro do colmo de cana ou a distância de corte através do colmo, em direção tangencial.

A unidade de resistência ao corte é, então, determinada como segue:

$$R = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{E_c}{AD} \qquad (5)$$

onde:

R = Resistência ao corte em kgf/cm^2

A = Área transversal do colmo de cana em cm^2

CONSTRUÇÃO

O pêndulo de acionamento tem um braço feito de barra chata de aço, medindo 362 x 25.4 x 6.2 mm. e um martelo de barra quadrada de 150 x 32 x 32mm cujo peso total é 1.670. O pêndulo de reação com um braço de barra chata de aço, medindo 500 x 25 x 6.2 mm e um martelo tronco de cilindro de 64.5 mm. de diâmetro x 43 mm.

A mola de torção é feita de arame de aço com 4 mm. com diâmetro de espera de 28 mm. constante de mola de 26.9 Kgf-cm/rd. Um aparador de borracha foi construído no centro sob o martelo do pêndulo de acionamento. Os dois martelos entram em contato em suas posições verticais de 0^0 (zero grau).

CALIBRAÇÃO

As calibrações foram feitas de 10^0 a 80^0 do pêndulo de acionamento com quatro condições diferentes da mola. O ângulo do pêndulo de acionamento versus o correspondente do pêndulo de reação das quatro condições de mola são mostradas na Figura 2.

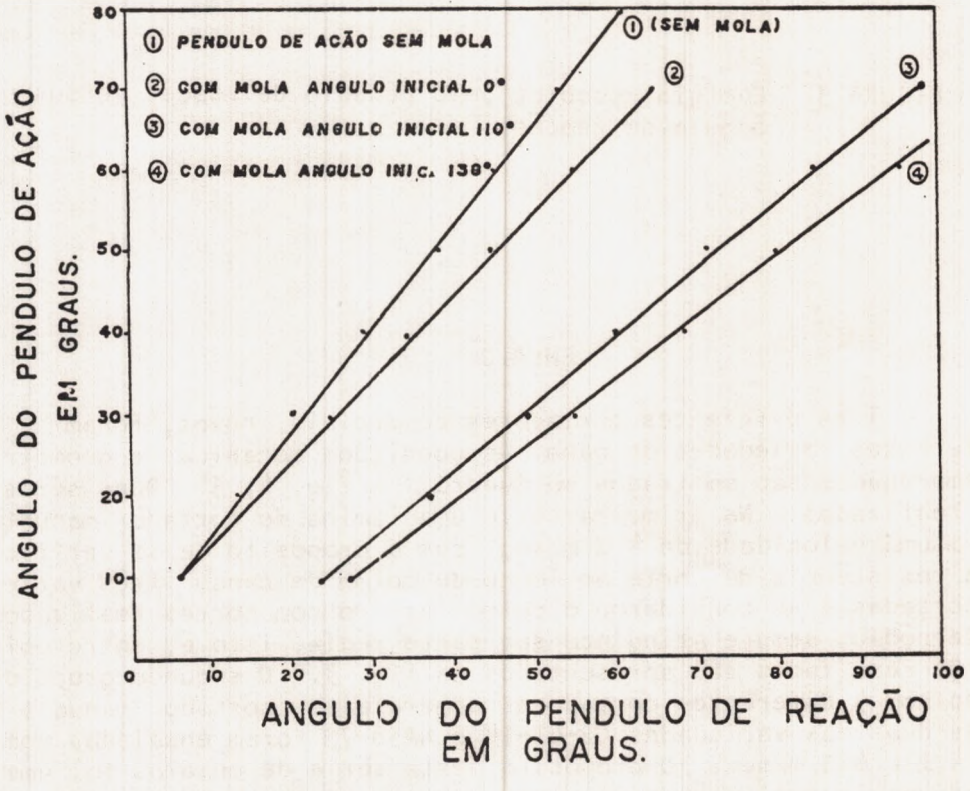


FIGURA 2 - Ângulo do pêndulo de ação versus ângulo do pêndulo de reação após impacto em quatro diferentes condições.

Os resultados mostraram que os ângulos entre os pêndulos de acionamento e de reação são lineares. A energia recebida pelo pêndulo de reação versus o correspondente ângulo de reação é mostrado na fig. 3. Neste caso, a relação não foi linear, devido à função trigonométrica envolvida. A energia recebida pelo pêndulo de reação é baseada na energia liberada pelo pêndulo de acionamento, portanto na calibração é incluída a perda por impacto.

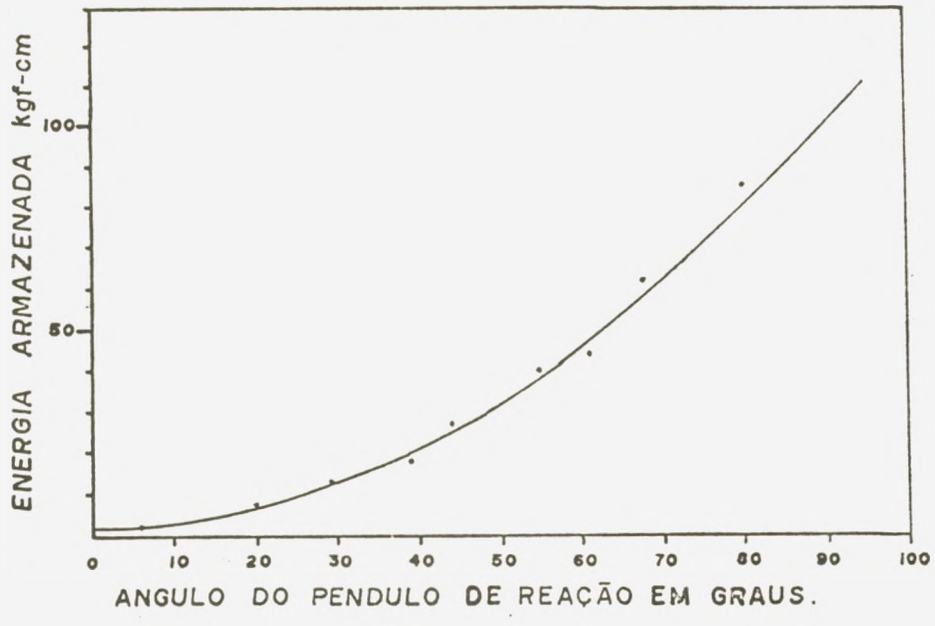
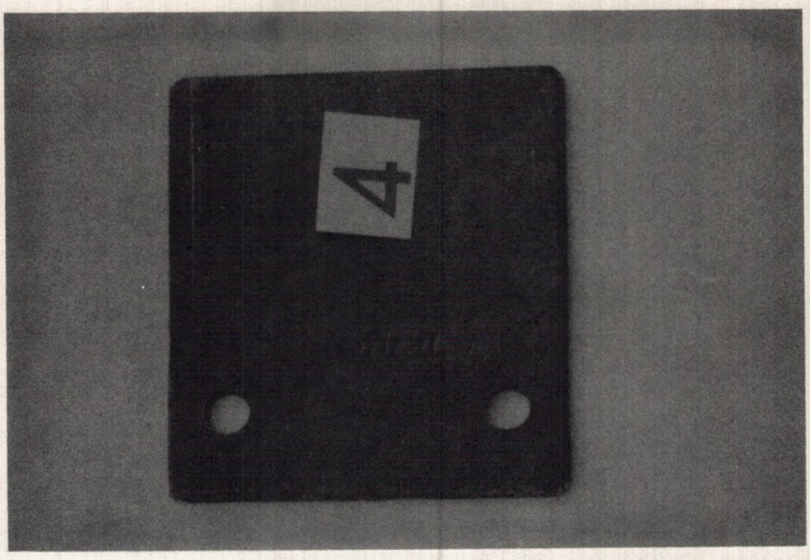


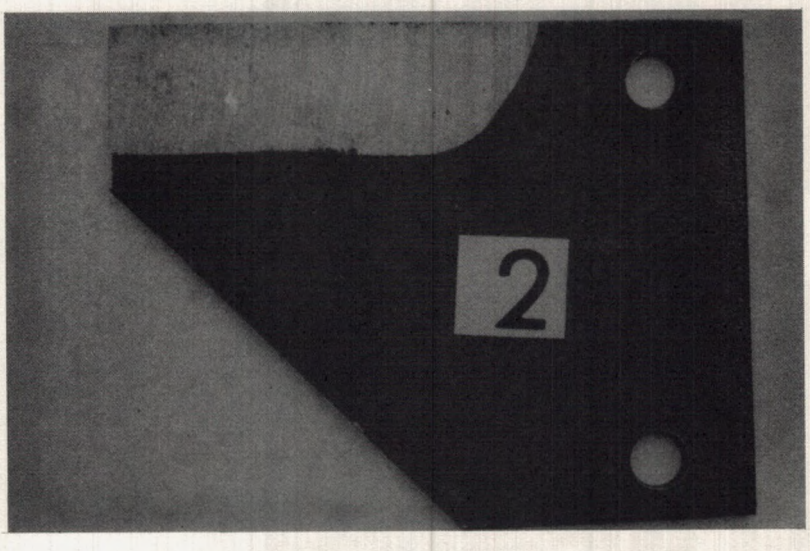
FIGURA 3 - Energia recebida pelo pêndulo de reação versus ângulo de reação.

ENSAIO

Três diferentes cortadores comerciais, novos, foram ensaiados com três diferentes variedades de cana. As condições mecânicas e geométricas dos cortadores empregados são mostrados no Quadro 1 e fig. 4, 5. Duas séries de ensaios foram realizadas. Na primeira série uma lâmina de cortador manual, local, foi usada com uma velocidade de 4.2 m/seg. com o propósito de se verificar a distribuição da resistência de corte ao longo do colmo de cana. Três variedades de cana foram cortadas e se considerou o colmo inteiro com cortes realizados desde o primeiro internódio, sempre atingindo sua parte média, isto é, entre dois nós subsequentes. Os resultados são apresentados na fig. 3. O segundo grupo de ensaio foi conduzido com 3 diferentes cortadores comerciais: cortador manual, Santal e Toft. Apenas duas das variedades CB-41-14 e NA56-79 foram ensaiadas com velocidade de corte de 4.1 a 4.3 m/seg. O propósito desta série de ensaios foi uma tentativa para fazer uma investigação preliminar sobre o efeito de diferentes geometrias de cortadores. Quatro amostras do 1º internódio foram empregadas em cada ensaio com o corte atingindo sempre a sua parte mediana. Os resultados são apresentados na fig. 2.

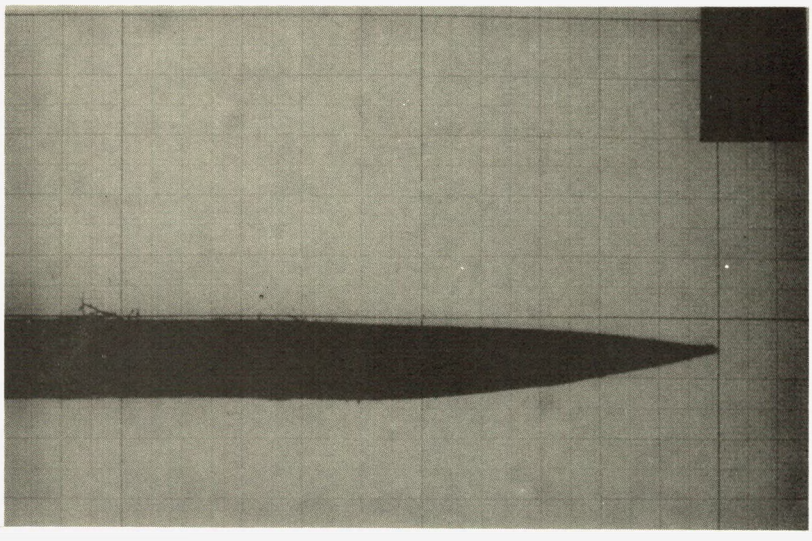


(a)

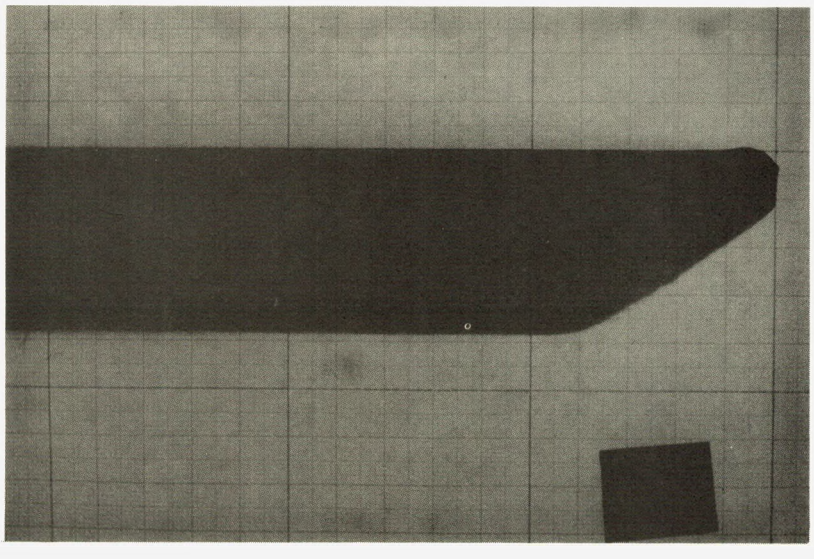


(b)

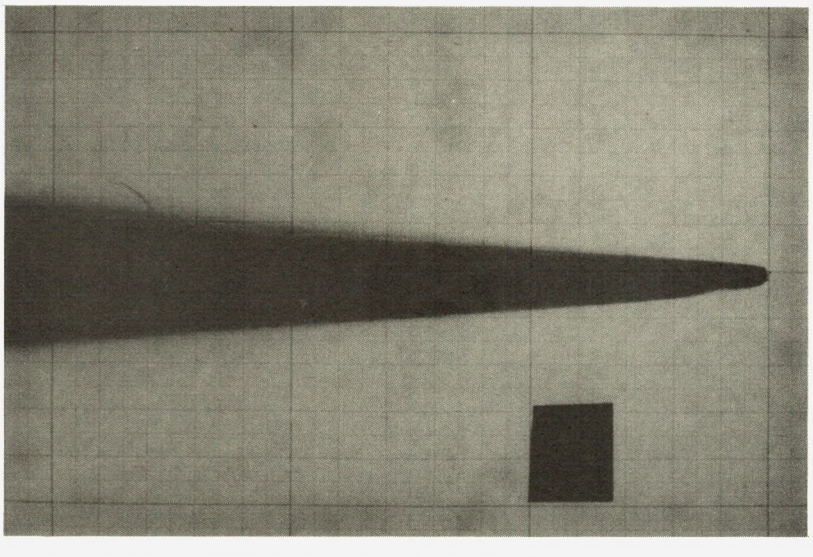
FIGURA 4 - Amostras de facas usadas nos testes
(a) Faca base nova (usada pela Santal)
(b) Faca base nova (usada pela Toft)



(a) Faca manual



(b) Faca base Santal



(c) Faca base Toft

Fig. 5 - Vista transversal das facas testadas, projetando somente o corte. Aumento x 9.35

RESULTADO E DISCUSSÃO

A resistência ao corte ao longo do colmo de cana do pé para o topo, cortada por um cortador manual para três diferentes variedades, como mostrado na fig. **6**, indica que a resistência de corte distribuída na porção média é mais forte do que aquela distribuída nos internódios da base e topo.

Resultados similares foram revelados por MARTIN e COCHRAN para a medição da distribuição de dureza. Os resultados mostrados na fig. 6 também indicam que o colmo de cana responde à resistência de corte de acordo com a diferenciação de variedade.

Para o uso de um cortador manual mais afiado com um fio de corte de 0.12 mm, a NA 56-79 apresentou a mais elevada resistência ao corte; entretanto usando cortadores de máquinas Santal e Toft não afiados, como mostra o Quadro **2** , os resultados são diferenciados; a resistência ao corte da CB41-14 é mais elevada da NA56-79.

Possivelmente a CB41-14 tem um mais elevado efeito de casca insensível a borda afiada da lâmina do cortador manual, mas é muito sensível a borda cega da lâmina dos cortadores da máquina.

O Quadro **2** também mostra que a borda cega dos cortadores da máquina com afiamento de 0.53 mm da Toft a 1.0 mm da Santal tem uma resistência de corte de 3 a 6 vezes maior do que o corte do cortador manual com afiamento de só 0,12 mm e espessura de lâmina de 1.2 mm, como mostrado no Quadro **1**.

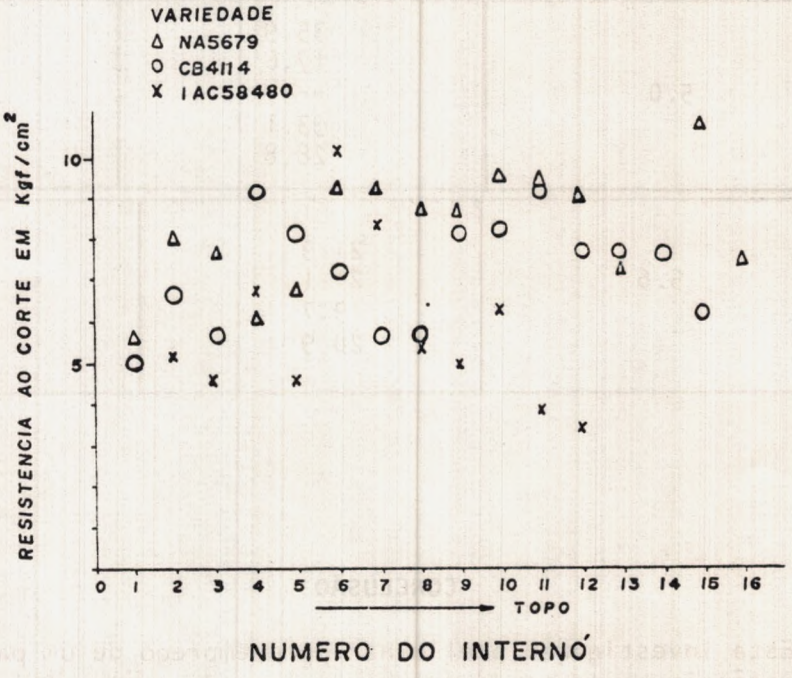


FIGURA 6 - Distribuição da resistência ao corte tomado na parte média de cada interno, usando faca manual.

BIBLIOTECA SETORIAL CAMPUS VII - PATOS - PB.

QUADRO 1 - CONDIÇÕES MECÂNICAS E GEOMÉTRICAS DAS FACAS TESTADAS

Facas (Facas Base)	Ângulo do corte da Faca em graus	Fios da lâmina - mm	Espessura da lâmina - mm	Dureza Rockwell c
Faca Manual	16.6^0	0.12	1.2	48 - 54
Santal (nova)	32.0^0	1.0	3.8	38 - 46
Toft (nova)	12.4^0	0.53	4.6	42 - 51

QUADRO 2 - RESISTÊNCIA AO CORTE DO PRIMEIRO INTERNO COM DIFERENTES FACAS (RESULTADO PRELIMINAR)

Amostra		Resistência ao Corte em Kgf/cm^2		
		Faca Manual	Faca base Santal	Faca base Toft
CB - 41 - 14	1	5.0	35.9	13
	2		17.6	20.5
	3		----	20.7
	4		33.1	17.1
	X		28.8	17.7
NA 56 - 79	1	5.6	21.9	15.4
	2		21.1	16.1
	3		19.7	16.4
	X		20.9	15.8

CONCLUSÃO

Esta investigação preliminar pelo emprego de um par de pêndulos revelou que a resistência ao corte de colmos de cana de açúcar foi grandemente afetada pela geometria do cortador, especialmente do afiamento da borda da faca.

Isto mostra a possibilidade de que o elevado consumo de potência da presente colheitadeira de cana pode ser reduzido se a geometria apropriada do cortador manual puder ser usada para a colheitadeira da cana.

LITERATURA CITADA

BURAMISTROVA, M.F., et alii, *"Physicomechanical Properties of Agricultural Crops"* National Science. 1963.

CHANG, C.S. *"Measuring Cutting Resistance of Sungar Cane Stalk"* - Proceedings of the XVI Congress, International Society of Sugar Cane Technologists. 1977.

COCHRAN, B.J. & BAKER G. "Engineering Properties of Sugar Cane and Their Relationship to Mechanical Harvester" *American Society of Agricultural Engineers*, Paper Nº 70-359. 1970.

MARTIN, F.A. & COCHRAN, B.J. *"Sugar Cane Internode Rind Hardness"* Sugar Y Azucar, N.Y.

MOHSENIN, N.N., *"Physical Properties of Plant and Animal Materials"*. Volume I, Cordon and Breach Science. 1970.

SPARGO, R.F. & BAXTER, S.N.D., "The Development of the Autralian Chopped Sugar Cane Harvester" *American Society of Agricultural Engineers*, Paper Nº 74 - 15-25. 1974.

CICLO OPERACIONAL DE EQUIPAMENTOS DE TRAÇÃO ANIMAL PARA TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR EM REGIÕES DE TOPOGRAFIA DECLIVOSA

Eduardo Fernando Sobral da Costa*
Luiz Geraldo Mialhe**
Wallace Benedito Guedes*
Djalma Euzébio Simões Neto*

RESUMO

Nas áreas declivosas do Nordeste brasileiro, abrangendo o Sul do Estado de Pernambuco e o Norte do Estado de Alagoas, o transporte intermediário de cana-de-açúcar tem sido feito por animais domésticos, através de cangalhas e zorras.

Nos primeiros estudos visando mecanizar o transporte intermediário nessas áreas, verificou-se a necessidade de se obter informações sobre o fluxo de transporte - FT, apresentado pelos sistemas tradicionais, a fim de permitir comparações e estudo de formas alternativas de manejo visando aumentar-lhes a eficiência

Através da análise dos eventos que caracterizam o ciclo operacional da cangalha e zorra, chegou-se a uma equação expressando FT em função de:

D_c = *distância percorrida com equipamento carregado em m*

D_v = *distância percorrida com equipamento vazio, em m*

Q_c = *fluxo de carregamento, em kg/s*

Q_d = *fluxo de descarregamento, em kg/s*

V_c = *velocidade de deslocamento carregado, em m/s*

V_v = *velocidade de deslocamento vazio, em m/s*

C = *carga transportada, em kg*

No levantamento de campo selecionou-se 6 usinas de açúcar do Estado de Pernambuco, nas quais são típicas as condições de utilização de cangalha e zorras. Em cada usina tomou-se sete conjuntos (equipamento + animal + operador) diferentes e para cada conjunto foram registrados dados de 4 ciclos (e repetições) relativas a D_c, D_v, Q_c, Q_d, V_c, V_v e C.

A análise dos dados obtidos levou à conclusão de que os 3 sistemas apresentam FT potencialmente semelhantes, variando de 0,04 a 0,54 t.km/h. O nível de FT depende, basicamente, dos valores assumidos pelas variáveis englobadas na equação do fluxo de transporte.

SUMMARY

In the hilly lands of the Northeast Brazil, comprising the south of Pernambuco State and the north of Alagoas State regions the transport in field has been done by animals through

---

(*) Engenheiros Agrônomos da Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria - Regional Norte do PLANALSUCAR/IAA, Recife - PE.

(**) Professor Assistente Dr. do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ USP, Piracicaba - SP - Consultor de Mecanização Agrícola do PLANALSUCAR IAA.

cangalhas and zorras**.*

The first studies aiming the mechanization in those areas was necessary to gather information on flux of transport - FT of traditional methods in order to allow comparisions and studies of options for increasing its efficiency.

Through analyses of the events which caracterize the operational cycles of "cangalha" and "zorra" was ellaboreted a equation expressing FT in function of:

Dc - lenght of route with loaded equipment, in m
Dv - lenght of route with unloaded equipment, in m
Qc - flux of loading in kg/s
Qd - flux of unloading, in gk/s
Vc - displacing speed, loaded, in m/s
Vv - displacing speed, unloaded, in m/s
C - transported load, in kg.

Six sugar mills which have tipical conditions for using "cangalhas" and "zorras" were selected. In each mill was considered seven differents sets (equipment + animal + operator). For each set was recorded data of 4 cycles (replications) related to Dc, Dv, Qc, Vc, Vv and C.

The three methods shown a FT potencially alike, varying from 0,04 to 0,54 t.km/h according the level of TF, which depends on the value taken in account.

INTRODUÇÃO

O transporte de cana-de-açúcar nas áreas declivosas do Nordeste brasileiro, principalmente ao Sul do Estado de Pernambuco e Norte do Estado de Alagoas, tem sido feito por animais domésticos, através de cangalhas e zorras. Com o advento do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, surgiu a necessidade de se reduzir os tempos para entrega da matéria prima e os custos desses sistemas tradicionais de transporte intermediário.

Trabalhos técnicos sobre uso de animais no transporte de cana-de-açúcar são raros: PANOL e ESCOBER (1969) descrevem sistemas de transporte com tração animal, nas Filipinas. Todavia, o transporte mecanizado em topografia declivosa tem sido relatado por vários autores: BARTLETT (1963), SUGARTECH (1970) etc., notadamente de trabalhos realizados na África do Sul.

No Brasil, os primeiros estudos visando a mecanização do transporte de cana-de-açúcar em regiões declivosas foram realizados pelo PLANALSUCAR/IAA (em 1976) com tentativas de aplicação de tratores florestais tipo "forwarder", de guinchos com cabo de aço. Paralelamente, estão sendo realizados estudos de equipamentos de tração animal designado, regionalmente, por "catraca." Nesses estudos iniciais, verificou-se a necessidade de se obter informações sobre o fluxo de transporte apresentado pelos sistemas tradicionais (cangalhas e zorras) a fim de permitir comparações e, inclusive, propôr formas alternativas de manejo dos mesmos, visando aumentar-lhes a eficiência. Com esse objetivo, realizou-se o presente trabalho.

(*) A saddle designed to support the load carried by a pack animal with two pairs of cambito (a wooden single hook used in packsaddle to carry sugar cane.

(**) an iron frame with a single shaft provided of a tip plataform - Northeasterh cane cart.

MATERIAL E MÉTODO

A cangalha é um equipamento para transporte de carga no dorso de muares, constituída por 4 forquilhas de madeira, em forma de **V**, acopladas num arreiamento próprio, 2 de cada lado do animal (**Foto** 1). A zorra é um veículo de transporte, geralmente tracionada por duas juntas de bois, distinguindo-se dois tipos: de rodas e de arrasto. A zorra de rodas é constituída por um chassi de ferro, basculante na parte posterior, montada sobre um par de rodas acopladas rigidamente em cada extremidade de um eixo inteiriço (Foto 2). A zorra de arrasto ao invés de rodas, é montada sobre "skys" constituídos de duas lâminas de ferro horizontais, com as extremidades recurvadas. Na zorra de rodas, a descarga é feita por báscula traseira do chassi; na zorra de arrasto o descarregamento exige manuseio dos feixes.

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

A zorra de arrasto é utilizada também nos terrenos planos de baixadas, onde a pouca resistência do solo ao recalque não permite o emprego da zorra de rodas. Nos terrenos acidentados, o "sky" da zorra de arrasto exerce um efeito frenante, facilitando o percurso de transporte carregado em declive. Na zorra de rodas, o efeito frenante é obtido por uma sapata de ferro colocada à frente de uma das rodas, entre a banda de rodagem e o solo.

O ciclo operacional é constituído da seguinte sequência de oprerações:

a) carregamento na "palha", feito no interior do talhão, onde os colmos se acham enfeixados e amontoados de espaço em espaço.

b) transporte carregado, desde o local de carregamento (onde os feixes estão amontoados) até o local de descarregamento.

c) descarregamento no "ponto", feito na margem do carreador em local ("ponto") que permite o acesso de caminhões, encarregados do transporte final até o pátio da usina.

d) transporte vazio, de volta do "ponto" ao local de carregamento no interior do talhão.

Análise Teórica do Ciclo

Conforme relatado, o ciclo ocorre de acordo com o diagrama da Figura 1.

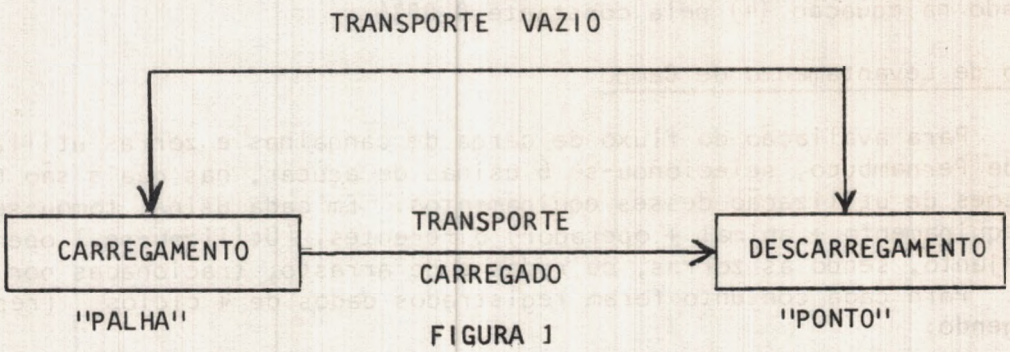


FIGURA 1

O carregamento na "palha" implica no manuseio de uma carga - C (kg) representada por um certo número de feixes - N, do amontoado para o equipamento de transporte (cangalha ou zorra), consumindo um tempo de manuseio - T_{mc} (s). Da mesma maneira, o descarregamento no "ponto" abrange o manuseio da carga **C**, do equipamento para o solo, num tempo de manuseio - T_{md} (s). O transporte carregado é feito numa distância - D_c (m), consumindo um tempo de deslocamento - T_{dc} (s); o transporte vazio ocorre numa distância - D_v (m), num tempo de deslocamento - T_{dv} (s).

Associando-se tempos, distâncias e carga, chega-se às seguintes relações

- fluxo de carregamento: $Q_c = C/T_{mc}$, em kg/s
- fluxo de descarregamento: $Q_d = C/T_{md}$, em kg/s
- velocidade de transporte carregado: $V_c = D_c/T_{dc}$, em m/s
- velocidade de transporte vazio: $V_v = D_v/T_{dv}$, em m/s.

O fluxo de transporte - FT, parâmetro quantificador da capacidade do sistema e englobando tempo, distância e carga, é expresso por:

$$FT = C \frac{D_c + D_v}{T_m + T_d} \qquad (1)$$

onde:

T_m = tempo de manuseio da carga ($T_{mc} + T_{md}$)

T_d = tempo de deslocamento ($T_{dc} + T_{dv}$)

Mas, $T_{mc} = C/Q_c$ e $T_{md} = C/Q_d$, logo:

$$T_m = \left(\frac{1}{Q_c} + \frac{1}{Q_d}\right) \quad (2)$$

Por outro lado, $T_{dc} = D_c/V_c$ e $T_{dv} = D_v/V_v$, portanto:

$$T_d = \frac{D_c}{V_c} + \frac{D_v}{V_v} \quad (3)$$

Substituindo-se (2) e (3) em (1), obtém-se:

$$FT = \frac{D_c + D_v}{\frac{1}{Q_c} + \frac{1}{Q_d} + \frac{D_c/V_c + D_v/V_v}{C}} \quad (4)$$

Para expressar-se FT em termos de t.km/h, basta multiplicar o valor encontrado na equação (4) pela constante 0,0036.

Método de Levantamento de Campo

Para avaliação do fluxo de carga de cangalhas e zorras utilizadas no Estado de Pernambuco, selecionou-se 6 usinas de açúcar, nas quais são típicas as condições de utilização desses equipamentos. Em cada usina, tomou-se 7 conjuntos (equipamento + animal + operador) diferentes. Utilizou-se 1 operador em cada conjunto, sendo as zorras, de rodas e de arrasto, tracionadas por 2 juntas (4 bois). Para cada conjunto foram registrados dados de 4 ciclos (repetições), abrangendo:

- tempos consumidos em cada fase do ciclo (carregamento, transporte carregado, descarregamento e transporte vazio)
- distâncias percorridas (de ida carregada e volta vazia) em cada ciclo
- carga transportada (peso total da carga e número de feixes) em cada ciclo.

Método de Análise dos Dados

A análise dos dados incluiu o processamento das informações de campo, para obtenção das relações D_v/D_c, V_v/V_c e Q_d/Q_c; cálculo da frequência de ocorrencia de FT e da distância total percorrida em cada ciclo. Para as relações D/D_c; V_v/V_c e Q_d/Q_c, foram calculados os valores médios e os limites do intervalo de confiança, para cada equipamento e local (usina)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios de cangalha, zorra de arrasto e zorra de rodas, constam dos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

QUADRO 1. Resultados médios (4 ciclos) obtidos no transporte com cangalha.

Local e Condições do Ensaio	Declividade Média do Terreno	Conjunto de Transporte	Carga Transportada (C)		Distâncias Percorridas (m)			Tempos Consumidos (s)					Fluxo de transporte - FT - (t.km/h)
			kg	Feixes	D_c	D_v	Total	T_{mc}	T_{md}	T_{dc}	T_{dv}	Total	
Usina Aliança - PE (CB 45-3, 2º corte, cana queimada)	30 %	01	317,5	26,7	75,2	47,2	122,5	310,5	154,7	94,5	44,5	604,2	0,232
		02	348,2	29,0	125,0	95,2	220,2	264,7	151,0	161,0	83,0	659,7	0,419
		03	378,5	32,0	148,2	104,7	253,0	282,7	135,5	180,7	79,7	678,7	0,508
		04	343,7	32,5	185,7	149,2	335,0	267,7	159,2	186,2	130,7	744,0	0,557
		05	321,2	30,7	183,2	144,0	327,2	280,0	159,0	242,5	96,5	778,0	0,486
		06	390,0	39,5	140,5	121,7	262,2	318,0	169,2	154,5	87,0	728,7	0,505
		07	373,2	31,7	118,7	116,2	235,0	258,0	179,5	109,5	82,5	629,5	0,502
Usina Cucaú PE (Co 331, 3º corte, cana queimada)	36 %	01	287,2	30,2	258,7	227,5	486,2	400,2	166,7	474,0	222,5	1.263,5	0,398
		02	322,6	32,0	109,7	103,7	213,5	256,5	171,5	167,0	99,7	694,7	0,357
		03	321,1	32,0	239,0	147,5	386,5	372,2	150,0	339,5	188,5	1.050,2	0,425
		04	303,2	27,7	131,5	90,5	222,0	389,2	179,0	155,2	104,2	827,7	0,293
		05	267,2	26,0	26,7	95,7	122,5	297,0	126,0	137,0	28,7	588,7	0,200
		06	268,9	27,2	19,5	47,5	67,0	282,0	114,2	63,7	19,5	479,5	0,135
		07	226,5	23,7	24,0	50,0	74,0	272,7	153,2	55,0	22,7	503,7	0,120
Usina Trapiche - PE (CP 51-22, 3º corte, cana queimada)	44 %	01	258,7	27,2	30,2	25,5	55,7	230,5	94,2	53,0	50,7	428,5	0,121
		02	251,5	26,5	48,0	58,0	106,0	487,7	191,7	111,5	62,5	853,5	0,112
		03	280,5	29,2	88,5	91,2	179,7	318,0	158,5	106,0	115,7	698,2	0,260
		04	255,0	29,5	38,2	32,7	71,0	241,5	136,5	72,5	59,7	510,2	0,128
		05	348,5	37,2	38,2	33,0	71,2	279,7	151,0	64,7	55,0	550,5	0,162
		06	273,2	28,7	61,5	69,5	131,0	400,5	277,0	95,0	66,0	838,5	0,154
		07	253,5	25,7	42,0	39,2	81,2	167,0	83,2	56,0	52,2	358,5	0,207
Usina Pedrosa - PE (CB 45-3, 2º corte, cana queimada)	46 %	01	247,7	24,0	254,2	190,7	445,0	680,0	179,0	417,2	288,5	1.564,7	0,254
		02	317,2	32,7	351,2	280,7	632,0	335,5	162,0	461,7	361,2	1.320,5	0,547
		03	329,0	38,2	249,2	249,7	499,0	543,7	171,0	343,2	270,2	1.328,2	0,445
		04	252,5	26,5	217,0	216,2	433,2	405,2	125,0	300,0	217,0	1.047,2	0,376
		05	220,0	22,7	261,5	250,5	512,0	528,2	181,0	315,0	330,5	1.354,7	0,299
		06	266,0	27,5	333,2	288,2	621,5	500,2	119,2	360,0	237,5	1.217,0	0,489
		07	236,2	28,7	128,0	121,2	249,2	355,5	155,5	156,0	174,2	841,2	0,252

QUADRO 2. Resultados médios (4 ciclos) obtidos no transporte com zorra de arrasto.

Local e Condições de Ensaio	Declividade Média do Terreno	Conjunto de Transporte	Carga Transportada (C)		Distâncias Percorridas (m)			Tempos Consumidos (s)					Fluxo de Transporte - FT (t.km/h)
			kg	Feixes	D_c	D_v	Total	T_{mc}	T_{md}	T_{dc}	T_{dv}	Total	
Usina União Indústria-PE (CB 45-3, 3º corte, cana queimada)	22 %	01	775,4	86,5	51,0	39,0	90,0	416,0	368,5	121,0	109,7	1.015,2	0,252
		02	779,7	79,7	65,0	62,0	127,0	449,5	342,0	156,0	155,7	1.103,2	0,322
		03	888,2	95,0	72,0	32,0	104,0	564,5	453,5	171,5	85,7	710,7	0,252
		04	727,7	70,2	61,0	64,0	125,0	440,2	357,0	122,7	144,2	1.064,1	0,310
		05	981,5	96,2	43,2	44,5	87,7	460,7	368,7	130,5	146,7	1.106,6	0,275
		06	871,5	88,5	52,2	41,5	93,7	451,7	354,7	197,0	140,2	1.143,6	0,257
		07	1.031,1	103,7	62,7	56,5	119,2	604,5	408,5	162,0	171,0	1.346,0	0,352
Usina Cucaú PE (CB 45-3, 1º corte, cana queimada).	25 %	01	1.127,7	93,0	88,2	92,0	180,2	794,7	506,2	226,2	230,5	1.757,6	0,417
		02	1.069,5	95,5	72,0	46,5	118,5	736,5	508,7	159,7	112,7	1.517,6	0,237
		03	1.282,0	112,0	76,0	73,7	149,7	874,2	572,5	170,7	119,7	2.611,3	0,395
		04	1.349,5	116,5	95,5	105,2	200,7	719,7	422,7	214,2	202,7	1.559,3	0,630
		05	1.029,7	93,2	123,2	135,2	258,4	722,0	388,5	246,7	267,5	1.624,7	0,590
		06	1.085,5	99,7	77,2	70,7	147,9	668,5	426,5	144,5	281,7	1.521,2	0,397
		07	1.172,2	114,7	44,7	55,2	99,9	782,7	529,7	108,5	118,2	1.539,1	0,272

QUADRO 3. Resultados médios (4 ciclos) obtidos no transporte com zorra de rodas.

Local e Condições de Ensaio	Declividade Média do Terreno	Conjunto de Transporte	Carga Transportada (C)		Distâncias Percorridas (m)			Tempos Consumidos (s)					Fluxo de Transporte - FT (t.km/h)
			kg	Feixes	D_c	D_v	Total	T_{mc}	T_{md}	T_{dc}	T_{dv}	Total	
Usina Trapiche PE (Co 331, 8º corte, cana queimada)	23 %	01	1.025,8	102,8	34,0	37,3	71,3	727,5	82,0	120,7	78,8	1.009,0	0,260
		02	936,0	102,5	61,8	56,8	118,5	706,5	90,0	172,3	88,3	1.057,1	0,375
		03	1.042,3	108,3	81,3	59,5	140,8	777,5	183,0	257,5	219,3	1.437,3	0,368
		04	973,0	104,8	19,3	30,3	49,6	539,8	70,8	95,0	85,0	790,6	0,220
		05	863,8	93,5	128,0	69,3	197,3	542,3	127,8	165,5	102,5	938,1	0,638
		06	987,8	97,3	91,8	60,3	152,1	659,0	114,3	223,8	96,0	1.093,1	0,483
		07	980,8	102,5	47,5	46,8	94,3	650,5	82,8	146,3	83,0	967,6	0,358
Usina Tiúma PE (Co 331, 4º corte, cana queimada).	24 %	01	1.106,1	161,8	129,0	84,8	213,8	972,8	166,5	266,3	165,5	1.571,1	0,540
		02	983,1	112,5	79,5	95,5	175,0	664,3	114,0	180,0	147,5	1.105,8	0,558
		03	1.077,4	143,0	57,0	133,8	190,8	919,3	93,0	149,8	285,8	1.447,9	0,513
		04	809,6	89,3	58,0	82,5	140,5	584,5	128,8	150,0	190,0	1.053,3	0,403
		05	734,8	79,8	47,0	66,8	113,8	437,0	101,3	139,8	138,0	816,1	0,370
		06	911,0	100,0	54,0	64,3	118,3	674,8	130,8	192,3	196,0	1.193,9	0,325
		07	1.008,9	113,3	74,0	57,3	131,3	466,8	96,8	142,8	103,0	809,4	0,593

Fluxo de Transporte Observado - FT

Os dados de fluxo de transporte foram agrupados em intervalos de classe, calculando-se as respectivas frequências de ocorrência, conforme mostra o Quadro 4.

QUADRO 4 - Frequência Absoluta e Relativa (%) dos Fluxos de Transporte observados para Cangalha e Zorra considerando-se todos os Dados em Conjunto

INTERVALO DE CLASSE (t . km/h)	Frequência Observada (Absoluta e Relativa					
	Cangalha		Zorra de Rodas		Zorra de Arrasto	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,04 ——— 0,12	20	17,9	1	1,8	1	1,8
0,12 ——— 0,21	16	14,3	3	5,4	3	5,4
0,21 ——— 0,29	19	17,0	8	14,3	18	32,0
0,29 ——— 0,38	14	12,5	12	21,4	16	28,6
0,38 ——— 0,46	14	12,5	10	17,9	7	12,5
0,46 ——— 0,54	18	16,0	9	16,0	3	5,4
0,54 ——— 0,63	9	8,0	4	7,1	5	8,9
0,63 ——— 0,71	2	1,8	4	7,1	2	3,6
0,71 ——— 0,80	-	-	3	5,4	1	1,8
0,80 ——— 0,88	-	-	2	3,6	-	-
TOTAL	112	100,0	56	100,0	56	100,0

Como se observa, as maiores frequências observadas para o fluxo de transporte foram:

- Cangalha ..... 55 ciclos (49,1%) : FT = 0,04 a 0,29 t.km/h
  46 ciclos (41,0%) : FT = 0,29 a 0,54 t.km/h
- Zorra de Rodas .... 39 ciclos (69,6%) : FT = 0,21 a 0,54 t.km/h
- Zorra de Arrasto .. 41 ciclos (73,2%) : FT = 0,21 a 0,46 t.km/h

Observa-se, portanto, que a zorra de rodas e a zorra de arrasto, em termos de FT, apresentam comportamentos semelhantes. Para cangalha, o valor de FT distribui-se ao nível daqueles apresentados pelas zorras e abaixo dele. Logo, a análise global dos dados de FT leva a se concluir que os 3 sistemas apresentaram capacidades de transporte semelhantes. Para se detectar diferenças entre eles, há necessidade de se entrar no mérito dos fatores que determinam o valor de FT conforme mostrado na equação 4.

Distâncias Percorridas - D_c, D_v

Os valores médios, observados para a relação D_v/D_c, são mostrados no Quadro 5.

Para cangalha, o menor valor médio observado para a relação D_v/D_c foi verificado na Usina Aliança, seguida da Usina Pedrosa. Os maiores valores dessa relação foram constatados na Usina Trapiche. Para zorras, a maior amplitude do intervalo de confiança não permite considerar, com segurança, comportamentos claramente diferenciados. Nas condições do presente trabalho, os limites de variação de D_v/D_c indicam que:

QUADRO 5 - Valores Médios Observados para a Relação D_v/D_c, Erro Padrão, Limites do Intervalo de Confiança e Coeficiente de Variação

Sistema de Transporte	Usina	Declividade	Valor Médio de D_v/D_c	Limites de Confiança		Erro da Média	Coeficiente de Variação.
				L_i	L_s		
Cangalha	Aliança	30%	0,7905	0,7375	0,8435	0,0265	18,20%
	Cucaú	36%	0,9464	0,8504	1,0424	0,0480	26,56%
	Trapiche	44%	1,0595	0,8909	1,2281	0,0843	42,14%
	Pedrosa	46%	0,9126	0,8596	0,9656	0,0265	15,57%
Zorra de Rodas	Trapiche	23%	1,0714	0,7332	1,4096	0,1691	83,49%
	Tiúma	24%	1,7306	0,6054	2,8558	0,5626	172,02%
Zorra de Arrasto	União Indústria	22%	0,9128	0,7912	1,0344	0,0608	35,33%
	Cucaú	25%	1,0588	0,9568	1,1608	0,0510	25,59%

- para cangalha ..... $D_v = (0,74 \text{ a } 1,23)\ D_c$
- para zorra de rodas ..... $D_v = (0,61 \text{ a } 2,86)\ D_c$
- para zorra de arrasto ..... $D_v = (0,79 \text{ a } 1,16)\ D_c$

Os dados de distância total percorrida ($D_c + D_v$) foram agrupados em intervalos de classe, calculando-se as respectivas frequências de ocorrência, conforme mostra o Quadro 6.

QUADRO 6 - Frequência Absoluta e Relativa (%) das Distâncias Totais Percorridas ($D_c + D_v$) nos Ciclos de Cangalha e Zorras, considerando-se todos os Dados em Conjunto

INTERVALO DE CLASSE (m)	Frequência Observada (Absoluta e Relativa)					
	Cangalha		Zorra de Rodas		Zorra de Arrasto	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
23,0 ——— 92,5	26	23,3	15	26,8	12	21,4
92,5 ——— 162,0	18	16,0	26	46,4	30	53,6
162,0 ——— 231,5	10	8,9	10	17,9	8	14,3
231,5 ——— 301,0	19	17,0	4	7,1	6	10,7
301,0 ——— 370,5	12	10,7	1	1,8	-	-
370,5 ——— 440,0	3	2,7	-	-	-	-
440,0 ——— 509,0	7	6,3	-	-	-	-
509,0 ——— 579,0	10	8,9	-	-	-	-
579,0 ——— 648,5	1	0,9	-	-	-	-
648,5 ——— 718,0	6	5,4	-	-	-	-
TOTAL	112	100,0	56	100,0	56	100,0

Como se observa, as maiores frequências observadas para o fluxo de transporte foram:

- cangalha ..... 44 ciclos (39,3%): D_{total} = 23 a 162 m
  41 ciclos (36,6%): D_{total} = 162 a 370 m
- zorra de rodas ..... 41 ciclos (73,2%): D_{total} = 23 a 162 m
  42 ciclos (75,0%): D_{total} = 23 a 162 m

Portanto, enquanto as distâncias totais percorridas pelas zorras se concentram na faixa de 23 a 162m, o transporte em cangalha, além de cobrir essa faixa, se estende para as classes de 162 a 370m. Essas diferenças de comportamento observadas no campo, mostram a necessidade de uma análise das velocidades de deslocamentos.

Velocidades de Deslocamento - V_c, V_v

Através dos dados de distâncias percorridas (D_c, D_v) e tempos de deslocamentos (T_{dc}, T_{dv}), foram obtidos os valores de V_c e V_v. Para cada sistema de transporte e em cada usina, calculou-se a média - $\hat{m}$, o erro padrão da média - $s(\hat{m})$, os limites inferior e superior (L_i, L_s) do intervalo de confiança e o coeficiente da variação (CV), da relação V_v/V_c, cujos dados são apresentados no Quadro 7.

Para cangalha, o maior valor médio observado para a relação V_v/V_c foi verificado na Usina Cucaú e o menor, na Usina Pedrosa. Para zorra de rodas, os valores limites do intervalo de confiança das médias não permitem considerar comportamento diferenciado entre as Usinas Trapiche e Tiúma. Idêntica consideração pode ser feita para a zorra de arrasto, nas Usinas União Indústria e Cucaú.

Nas condições do presente trabalho, os limites de variação de V_v/V_c indicam que:

- para cangalha ..... $V_v = (1,01 \text{ a } 1,68)\ V_c$
- para zorra de rodas ..... $V_v = (1,08 \text{ a } 1,81)\ V_c$
- para zorra de arrasto ..... $V_v = (0,88 \text{ a } 1,29)\ V_c$

QUADRO 7 - Valores Médios Observados para a Relação V_v/V_c, Erro Padrão, Limites do Intervalo de Confiança e Coeficiente de Variação

Sistemas de Transporte	Usina	Declividade	Valor Médio de V_v/V_c	Limites de Confiança		Erro da Média	Coeficiente de Variação
				L_i	L_s		
Cangalha	Aliança	30%	1,4935	1,3758	1,6112	0,0574	20,42 %
	Cucaú	36%	1,5300	1,3738	1,6862	0,0762	26,44 %
	Trapiche	44%	1,2839	1,0602	1,5076	0,1091	44,93 %
	Pedrosa	46%	1,1,1514	1,0108	1,2920	0,0686	31,52 %
Zorra de Rodas	Trapiche	23%	1,4805	1,1507	1,8103	0,1609	57,53 %
	Tiúma	24%	1,2794	1,0838	1,4750	0,0954	39,41 %
Zorra de Arrasto	União Indústria	22%	0,9794	0,8789	1,0799	0,049$	26,70 %
	Cucaú	25%	1,1434	0,9927	1,2941	0,0735	34,00 %

Em nenhum caso, a velocidade de deslocamento vazio chegou a ser o dobro da velocidade de deslocamento carregado; ao contrário, no caso da zorra de arrasto, a velocidade vazio pode chegar a ser inferior à velocidade carregada.

Fluxo de Manuseio - Q_c, Q_d)

Através dos dados de carga (C) em kg e tempos de manuseio para carregamento (T_{mc}) e descarregamento (T_{md}) foram calculados os fluxos de manuseio Q_c e Q_d. Para cada sistema de transporte e em cada usina, calculou-se a média $\hat{m}$ o erro padrão da média - $s(\hat{m})$, os limites inferior e superior (L_i, L_s) do intervalo de confiança e o coeficiente de variação (CV), da relação Q_d/Q_c, cujos dados são apresentados no Quadro 8.

Para cangalha, o maior valor médio observado para a relação Q_d/Q_c foi verificado na Usina Pedrosa, e o menor, na Usina Aliança. Igualmente, no caso das zorras, através dos limites dos intervalos de confiança, observa-se que houve um comportamento diferenciado em cada usina, para a relação Q_d/Q_c. Quanto maior o valor dessa relação, tanto mais moroso será o carregamento em relação ao descarregamento do equipamento de transporte e vice-versa.

Nas condições do presente trabalho, os limites de variação de Q_d/Q_c indicam que:

- para cangalha ..... $Q_d = (1,67 \text{ a } 3,47)Q_c$
- para zorra de rodas ..... $Q_d = (4,90 \text{ a } 11,14)Q_c$
- para zorra de arrasto ..... $Q_d = (1,19 \text{ a } 1,73)Q_c$

QUADRO 8 - Valores Médios Observados para a Relação Q_d/Q_c, Erro Padrão, Limites do Intervalo de Confiança e Coeficiente de Variação

Sistemas de Transporte	Usina	Declividade	Valor Médio de Q_d/Q_c	Limites de Confiança		Erro da Média	Coeficiente de Variação
				L_i	L_s		
Cangalha	Aliança	30%	1,8097	1,6662	1,9532	0,0700	20,46 %
	Cucaú	36%	2,2025	2,0080	2,3970	0,0949	22,80 %
	Trapiche	44%	2,0547	1,8407	2,2687	0,1044	26,92 %
	Pedrosa	46%	3,0866	2,7076	3,4656	0,1849	31,70 %
Zorra de Rodas	Trapiche	23%	8,7768	6,4119	11,1417	1,1536	69,55%
	Tiúma	24%	5,9318	4,9004	6,9632	0,5031	44,88 %
Zorra de Arrasto	União Indústria	22%	1,2375	1,1873	1,2877	0,0245	10,66 %
	Cucaú	25%	1,6126	1,4949	1,7303	0,0574	18,84 %

Verifica-se que, dos 3 equipamentos, a zorra de rodas é o que apresenta o mais rápido descarregamento em relação à intensidade do fluxo de carregamento. Tal fato se explica pelo sistema de descarga ser feito através do basculamento do chassi. A zorra de arrasto parece ser o equipamento cuja descarga é mais lenta, ficando a cangalha numa situação intermediária, porém relativamente distante da zorra de rodas.

CONCLUSÕES

1. A cangalha, ao apresentar uma ampla faixa de distribuição de frequência observada (Quadro 4) para FT, sugere que sua capacidade de transporte é afetada sensivelmente pelas condições de manejo. Na zorra de rodas e de arrasto, a frequência observada (Quadro 4) de FT concentra-se numa faixa menor de intervalos de classe, denotando que as condições de manejo são mais uniformes.

2. A cangalha parece ser aplicada com maior frequência sob condições de distância total, bem mais amplas (de 23 a 370m) do que as zorras (23 a 162m) fato que parece explicar, em parte, a conclusão anterior.

3. A distância percorrida com equipamento vazio, em nenhum caso superou a 2 vezes a distância percorrida com equipamento carregado. Igualmente, a velocidade de deslocamento com equipamento vazio, chegou a ser o dobro da velocidade carregada. Essa situação denota estar havendo uma certa morosidade na volta do equipamento, ponto que poderia ser objeto de futuros desenvolvimentos, visando aumentar a eficiência desses equipamentos.

4. A zorra de rodas, devido ao seu sistema de descarregamento por báscu

la traseira do chassi, foi o equipamento que melhor se comportou em termos da relação Q_d/Q_c. A zorra de arrasto revelou os mais baixos valores para essa relação, ficando a cangalha numa situação intermediária. Esse fato sugere estudos, no sentido de se desenvolver câmbitos com dispositivos que possibilitem descarga sem necessidade de manuseio dos feixes e, no caso da zorra de arrasto, a possibilidade do basculamento da carga.

LITERATURA CITADA

BARTLETT, G.S. The development of self-loading cane trailers transhipment cranes and gantries. *Proc. ISSCT*, 11(3): 380-95 1963.

PANOL, F.Y. & ESCOBER, T.R. *Harvesting, loading and transport system of sugarcane in the Philippines*. Proc. of. ISSCT, 13 Taipei, Taiwan. p. 1487-94 1969.

PLANALSUCAR/IAA Relatório anual. *Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar*. Superintendência Geral. Piracicaba-SP. 1976.

SUGARTECH, "Jacobyl" loads side or near *Exp. Station South African Sugar Association*. Sugartech, iss. 21 1970.

TRATORES DE TRAÇÃO EM QUATRO RODAS

Estudo Preliminar Comparativo de Tração em Duas e Quatro Rodas

L.G. Mialhe*
T.C. Ripoli**
I.S. Melo ***

RESUMO

O problema de incrementar a eficácia da conversão da potência no motor em potência na barra, ultimamente vem-se tornando de importância cada vez maior, em face de dois fatores principais: a) a atual crise do suprimento de combustíveis derivados do petróleo e b) a tendência no aumento da potência dos motores dos tratores, em face dos avanços tecnológicos, que se verificam na moderna agricultura empresarial. A tração de 4 rodas tem sido uma das soluções que vem sendo, cada vez mais, adotadas no mundo todo. No Brasil, até presentemente, nenhum trabalho foi realizado visando avaliar o comportamento comprativo de tração em 2 e 4 rodas, sob condições típicas de nossos solos.

Procurou-se, neste trabalho, efetuar essa avaliação, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras, de significativa distribuição nas áreas cultivadas do Estado de São Paulo. Nos ensaios de campo, empregou-se um trator de 136 cv na TDP, equipado com 2 eixos motrizes. Foram realizadas 2 séries de ensaios; a primeira com tração em ambos os eixos e a segunda, com tração apenas no eixo traseiro. Os resultados obtidos indicam uma significativa vantagem para a tração em 4 rodas.

SUMMARY

The problem transmitting the high engine power to the tractor drawbar has been of increasingly importance, mainly because two factors: a) the present crisis of supplying fuel derivative from petroleum, and b) the trend to increase the engine advance of the modern enterprise agriculture. The four-wheel - drive tractor has been the most employed overall the world. In Brasil, until presently, no work was carried out with the objective of evaluating the comparative performance of two and four wheel drive tractors, under out typical soil conditions.

In this study, one tried to carry out that evaluation in Red-Yellow prodzolic soil, Laras variation, significantly overspread in the cultivated areas of the State of São Paulo. In field trials, a four-wheel drive tractor of 136 hp. at PTO was employed. Two test trials were carried out: the first with the traction in both axles and the second, with the traction in the rear axle. The results obtained show a significant advantage for the four-wheel drive tractor.

(*) Professor Assistente Dr. do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ - e Consultor de Mecanização Agrícola do PLANALSUCAR/IAA - Piracicaba - SP

(**) Engenheiro Agrônomo. M.S. - Assistente Técnico da Supervisoria de Operações Agrícolas do PLANALSUCAR/IAA - Piracicaba - SP

(***) Engº Agrônomo, Técnico do C.N.E.A. - Fazenda IRANEMA-IPERÓ

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos que se verificam na moderna agricultura empresarial, tem levado, o mundo todo, a uma tendência no aumento da potência dos motores dos tratores. Ao analisar-se a evolução da indústria nacional de tratores, verifica-se que essa tendência também atingiu nosso País. Todavia, enquanto no Exterior foram desenvolvidos sistemas que utilizam todo o rodado para tração, no Brasil a tração em 4 rodas surgiu recentemente, apenas nos chamados "tratores gigantes."

O desenvolvimento de sistemas de tração em 4 rodas, porém, representa um significativo empreendimento na melhoria do desenpenho dos tratores agrícolas de qualquer porte. Sabe-se que a tração 4 x 4 nasceu do conceito de trator-tandem, desenvolvido por BUCHELE & COLLINS (1958). Posteriormente, os trabalhos de LAWSON (1959), de GERMAN (1959) vieram demonstrar o desempenho superior dos tratores em tandem, comparativamente com os tratores 4 x 2, tanto do ponto de vista de eficácia na conversão da potência-no-motor em potência-na-barra, como do ponto de vista dos benefícios econômicos. Posteriormente, a idéia dos tratores-tandem evolui para a dos tratores de tração 4 x 4.

Inúmeros estudos foram feitos, comparando o desempenho de tratores com tração em 2 e 4 rodas, sob várias condições de solo, destacando-se os de SOUTHWELL (1967), no Canadá, e os de OSBORNE (1971) e de DWYER & PEARSON (1976), na Inglaterra. Ficou comprovado, nesses trabalhos, que a tração 4 x 4 resulta em aumentos da capacidade tratória da ordem de 17 a 130%, dependendo do tipo de solo, do tipo de rodado e das condições de lastragem, em relação a tratores de mesmo porte com tração 2 x 4.

Dadas as características típicas da cultura canavieira, ela tem sido uma das mais exigentes em tração, notadamente nas operações de preparo do solo, plantio e cultivo de soqueiras, resultando, daí, o interesse especial da tração 4 x 4 nas operações agrícolas dessa cultura. A inexistência, até a presente data, de qualquer informação sobre tração em 4 rodas em nossos solos, o interesse do PLANALSUCAR/IAA em introduzir inovações tecnológicas na área de mecanização agrícola canavieira e a oportunidade da vinda, ao Brasil, de um trator com tração 4 x 4, de peso e potência convenientes às empresas rurais canavieiras, trazido da Itália através de Convênio FAO-Ministério da Agricultura, determinaram a oportunidade para execução deste trabalho preliminar de estudo comparativo entre tração 4 x 4 e 2 x 4.

MATERIAL E MÉTODO

Trator

Trata-se de um trator Fiat, modelo 1.300 DT Super, nº de série 932.195, cujas principais características técnicas são as seguintes:

a) Motor: Diesel, 4 tempos, injeção direta, 6 cilindros em linha, 110 mm de diâmetro e 130mm de curso, 7412cm³ de cilindrada, com potência máxima de 135,5 cv/2415 rpm e torque máximo de 48,1 m.kgf/1335 rpm.

b) Transmissão: embreagem monodisco de 355,6mm de diâmetro, caixa de transmissão com 12 velocidades a vante e 4 a ré. As velocidades a vante são reunidas em 3 grupos de 4 marchas (1ª, 2ª, 3ª e 4ª), a saber: lenta, média e rápida.

c) Peso do Trator:

	Sem Lastro d'Água nos Pneus	Com Lastro d'Água nos Pneus
Eixo dianteiro	2.532 kg	2.740 kg
Eixo trazeiro	3.327 kg	4.040 kg
TOTAL	5.859 kg	6.780 kg

	Sem Lastro d'Água nos Pneus	Com Lastro d'Água nos Pneus
Operador	75 kg	75 kg
	5.934 kg	6.855 kg

d) Rodados: Eixo dianteiro: pneus 12.4 - 28;6 lonas, pressão de insuflagem 20 psi (com 3/4 d'água)

Eixo trazeiro: pneus 18.4 - 38,8; 8 lonas, pressão de insuflagem 15 psi (com 3/4 d'água)

e) Perímetro eficaz[1]: rodas dianteiras: direita 38,35 m/10 giros
esquerda 38,14 m/10 giros

Média 3,8245 m/ giro

rodas trazeiras: direita 51,72 m/10 giros
esquerda 52,75 m/10 giros

Média 5,2235 m/ giro

Terreno de Ensaio

O terreno utilizado nos ensaios, pertencente ao CENEA - Centro Nacional de Engenharia Agrícola, localiza-se no Campo do Mursa - Fazenda Ipanema. Apesar de o terreno representar uma declividade de 0,5 a 2,0%, tomou-se o cuidado de demarcar as faixas de ensaio em nível. Trata-se, segundo RAZANI et alii (1965), de um Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras, série Mursa, com horizonte A1p barro (barrento) pardo avermelhado (5 YR 5/3, pardo escuro 7,5 YR 4/4 úmido) cuja análise granulométrica consta do quadro abaixo.

Horizonte	Profundidade (cm)	Análise mecânica (mm) - % - pipeta - NAOH - USDA							Da (g/cm³)	Tensão	
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila		1/2 at.	15 at.
A 1 p	0 - 15	1,2	3,6	8,4	31,0	0,3	45,5	10,0	1,6	12,0	6,5
A 1 2	15 - 30	1,4	4,1	8,2	29,4	10,8	36,1	10,0	1,6	11,9	5,8

Antes da realização dos ensaios, o terreno sofreu uma gradagem cruzada pesada, a fim de incorporar a vegetação de cobertura e, a seguir, uma gradagem de nivelamento. Assim, as condições superficiais do solo para os ensaios foram semelhantes àquelas encontradas por ocasião do sulcamento para plantio de cana-de-açúcar.

No decorrer dos ensaios, foram retiradas amostras de solo, na superfície do terreno (0 - 10cm de profundidade) para determinação do teor de umidade. Os resultados são fornecidos abaixo:

Nº da Amostra	% de Umidade do Solo (Base Seca)
1	11,06
2	15,08
3	8,87
4	12,35
5	19,59
Média =	13,39

(1) Perímetro medido no campo, diretamente sob condição de ensaio, utilizado para cálculo do patinamento.

Tendo em vista que o potencial do solo para tração depende do ângulo de atrito interno - Φ e do coeficiente de coesão c, esses parâmetros foram avaliados através de um Cohron sheargraph, conforme metodologia descrita por COHRON , (1963) e por BAILEY & WEBER (1965). Os resultados médios, de 10 determinações, feitos diretamente no rasto dos pneus do trator, foram:

Coeficiente de Coesão:

- Valor de "pico" ..... $C_1 = 27,54 \times 10^{-3}$ kgf/cm^2
- Valor de "escoamento" ..... $C_2 = 20,71 \times 10^{-3}$ kgf/cm^2

Ângulo de Atrito Interno: ..... $\Phi = 33^0 21'$

Teor de Umidade do Solo: ..... u = 20,33%

A resistência do solo, a penetração foi determinada através de um penetrômetro de ponta cônica de 30^0 , com 0,5 pol^2 de área de ação, aplicado conforme a Recomendação ASAE R 313 (1975). Os resultados médios, de 20 determinações feitas ao longo do percurso de ensaio (fora do rasto do trator), foram:

Índice do Cone:

- a 9,1cm de profundidade ..... 0,43 kgf/ cm^2
- a 14,2cm de profundidade ..... 1,12 kgf/ cm^2

Teor de Umidade do Solo (5 - 10cm de profundidade) 20,33%

Equipamento de Mensuração

Além dos equipamentos de caracterização do terreno, já mencionados anteriormente, foram utilizados, no presente trabalho, um instrumento de dinamometria e equipamentos auxiliares (balanças, trenas, nível, manômetro, máquina de tração, estufa etc.). Dada à sua maior importância, a seguir serão descritos apenas os componentes do instrumental de dinamometria, da marca Kyowa, de procedência japonesa.

Adotando-se a sistemática preconizada por BECKWITH & BUCK (1961), o sistema de mensuração utilizado é constituído pelos elementos mostrados, esquematicamente, na Figura 1.

Para mensuração da força de tração, utilizou-se, como elemento detector-transdutor, uma célula de carga equipada com ponte de extensômetros, de temperatura compensada e capacidade de 5.000 kgf. A fim de evitar que possíveis "picos" de carga fossem aplicados diretamente na célula, projetou-se um dispositivo mecânico de divisão de força. Devido ao peso desse conjunto, inclusive projetado para esforços da ordem de 30 tf, além da necessidade de mantê-lo livre da interferência de momentos e reações parasitas, o dispositivo foi montado numa carreta-portadora, suspensa através de correntes e vinculada à barra de tração do trator, por meio de cabo de aço, juntamente com o engate rápido do cabeçalho da carreta. A Figura 2 mostra, em planta, os componentes da carreta-portadora e o dispositivo divisor de força.

Além dessa função principal, a carreta-portadora serve de suporte ao gerador de corrente (110 V - CA/1500 watts), que alimenta os equipamentos de amplificação e registro dos sinais. Uma de suas rodas opera como medidor de distância real percorrida no campo ("roda odométrica").

As cargas aplicadas na célula provocam deformação em seus elementos sensíveis (ponte de "strain gauge") e provocam o aparecimento de uma diferença de potencial proporcional à deformação e, consequentemente, à carga aplicada. Esse sinal, em corrente pulsátil com frequência de 5 KHz, é recebido num amplificador que o introduz numa onda portadora de frequência modulada e o amplifica. O sinal analógico, após amplificado de maneira controlada através das ajustagens de ganho e atenuação do amplificador, é injetado num gravador de fita magnética (tipo "cassete").

O número de giros das rodas do trator e da carga-portadora foi registrado através de um comutador rotativo, acoplado ao eixo da roda e ligado a um circuito ponte abaixadora de tensão, alimentado por pilha seca de 1,5 V. O esquema

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

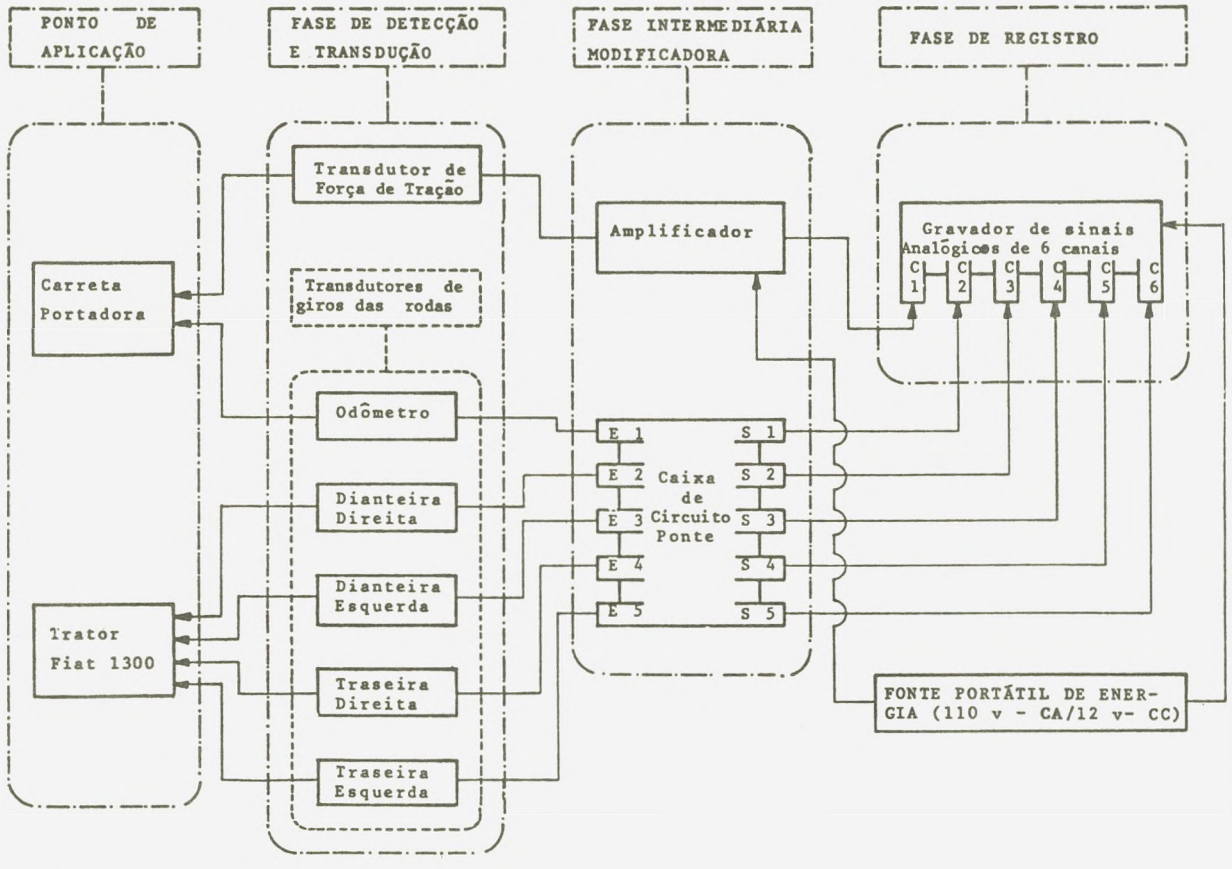


FIGURA 1 - Diagrama de Blocos dos Componentes do Sistema de Mensuração utilizado nos Ensaios.

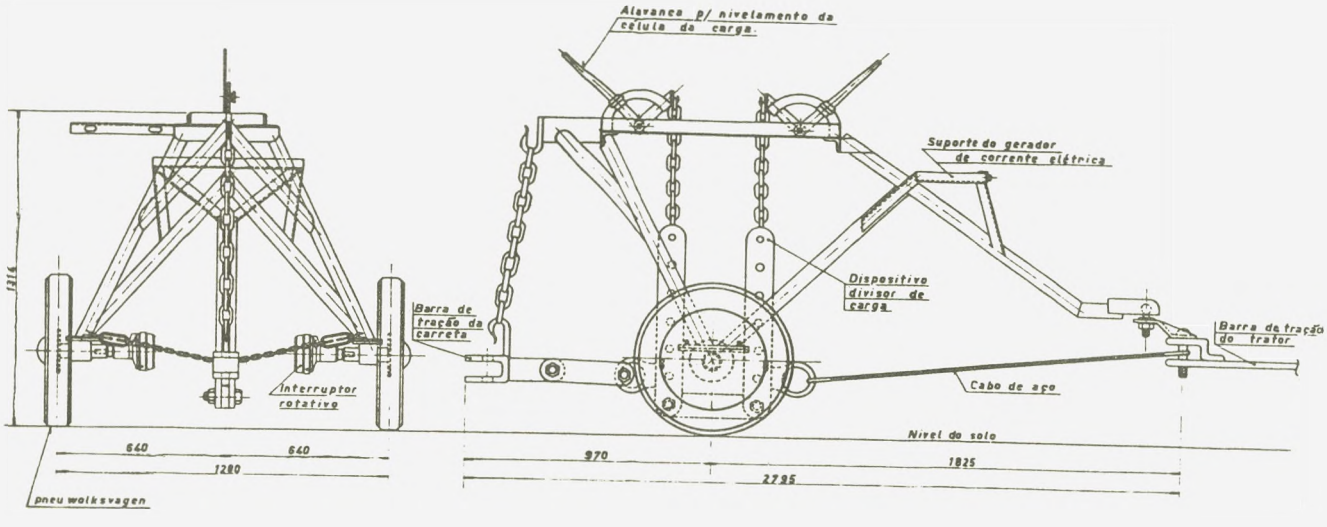


FIGURA 2 - Carreta-Portadora da Célula de Carga e Dispositivo Divisor de Força.

da Figura 3 ilustra esse circuito.

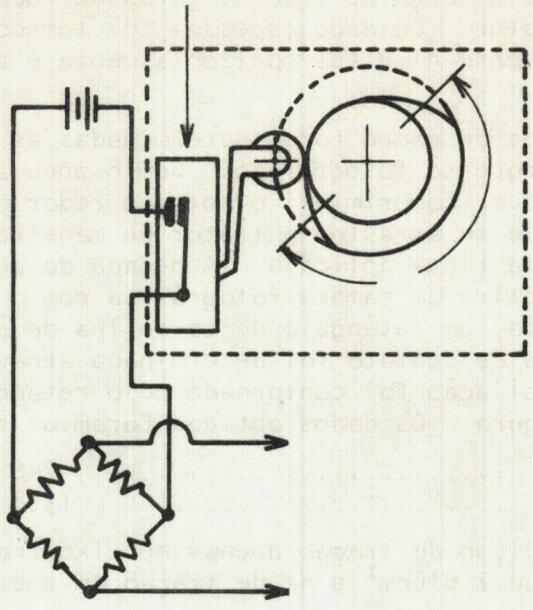


FIGURA 3 - Circuito do Indicador de Giro das Rodas

A cada giro da roda o comutador interrompe a corrente durante 180°, resultando na saída da ponte uma onde quadrada, que é injetada no gravador de fita magnética.

Após haver sido feita a gravação no campo, o equipamento é levado ao laboratório e acoplado num oscilógrafo. Os sinais gravados na fita magnética são reproduzidos na forma de gráficos, traçados pelas penas do oscilógrafo numa fita de papel. No canal de gravação correspondente à célula de carga, as deflexões correspondem às variações de cargas observadas no ensaio de campo. Nos canais relativos aos indicadores de giros das rodas obtém-se um gráfico típico de barras, correspondendo, cada uma, a 180° de giro das rodas. Combinando-se a velocidade de deslocamento do papel no oscilógrafo com o espaçamento entre 3 deflexões sucessivas, pode-se calcular o tempo decorrido por giro e, consequentemente, o espaço percorrido, desde que se conheça o perímetro eficaz da roda.

Método de Calibração do Sistema de Mensuração de Força

A calibração do sistema de mensuração de força foi executado numa máquina de tração Hosenhausenwerk UHP-6, com capacidade para 6 tf e escala de 20 em 20 kgf. A análise estatística dos dados obtidos resultou na seguinte equação de regressão:

$$y\ (kgf) = 67{,}2269 + 6{,}8023 \times (mm) \qquad r = 0{,}9458$$

onde y = carga aplicada na célula e x " deflexão da pena do oscilógrafo. Desde que, nos ensaios de campo, a célula ficou posicionada no dispositovo divisor de carga de maneira a receber apenas 1/3 do espaço desenvolvido na barra de tração, a equação de calibração toma a forma:

$$F = 3\ (67{,}2269 + 6.9023\ D)$$

sendo D a deflexão (em mm) e F à correspondente força de tração na barra.

Método de Ensaio de Campo

Os ensaios de campo constituíram, basicamente, em submeter-se o trator a

uma carga na barra de tração, através de uma unidade frenante representada por uma motoniveladora Huber-Warco e proceder-se o registro em fita magnética dos sinais analógicos relativos à força de tração, giros de roda odométrica e giros das rodas motrizes do trator. Cuidado especial foi tomado no sentido de que a linha de tração se mantivesse nivelada horizontalmente e alinhada com o plano médio do trator.

Durante os ensaios de campo foram determinadas as áreas de contato pneu-solo, utilizando-se de processo fotográfico. Com o pneu apoiado no terreno, pintou-se com um revólver, o ar comprimido, o solo ao redor da zona de contato pneu solo; levantou-se o pneu e se arrastou o trator de maneira a deixar livre a área de contato delimitada pela tinta aplicada. A pegada do pneu foi fotografada procurando-se alinhar a objetiva da câmara fotográfica com o centro da área e se colocando, no interior desta, um retângulo de cartolina de área conhecida. Nas fotos assim obtidas, a área de contato foi determinada através de planímetro; o problema de escala de ampliação foi contornado pelo retângulo de área conhecida, colocado no centro da figura. Os dados obtidos foram os seguintes:

Rodas dianteiras	746 cm^2
Rodas trazeiras	1308 cm^2

Portanto, na condição de tração apenas no eixo trazeiro, a área de contato pneu-solo é da ordem de 2.616cm^2 e na de tração em ambos os eixos, essa área passa para 4.108cm^2.

Método de Processamento dos Dados de Tração

Mesmo sob carga constante, a força desenvolvida na barra de tração não é uniforme, em virtude do caráter aniso-trópico do solo. Nessas condições, em cada determinação (estabelecida como o intervalo de tempo e distância correspondente a cada giro da roda odométrica, ao longo do percurso de ensaio), pode-se considerar:

- Força de tração máxima: Mais alto valor observado para a força de tração, no espaço de 1 giro da roda odométrica.
- Força de tração mínima: Mais baixo valor observado para a força de tração, no espaço de 1 giro da roda odométrica.
- Força de tração média: Força de tração obtida através de cálculo (média aritmética de todos os valores de "pico" máximo e mínimo, observados no gráfico, ao longo de 1 giro da roda odométrica) ou, então,através de planimetria da área sob a curva de força de tração (área sob a curva, dividida pela distância correspondente a 1 giro da roda odométrica).

Os valores das forças de tração máxima e mínima foram obtidos por mensuração das deflexões, nos gráficos do oscilógrafo, através de paquímetro com precisão de 0,05mm. Para a forma média, utilizou-se o planímetro quando as oscilações entre os níveis máximo e mínimo não eram tão bruscos de forma a dificultar o uso desse aparelho. Quando a frequência e intensidade essas flutuações eram elevadas, a mensuração foi realizada "ponto-a-ponto", com paquímetro.

Método de Processamento dos Dados de Giros das Rodas

Conforme já mencionado anteriormente, os giros de rodas são marcados por deflexões sucessivas no gráfico produzido pelo oscilógrafo. Desde que a velocidade do papel se mantém constante, e no caso desses ensaios, foi estabelecida a velocidade de 300mm/minuto, a distância entre o 1º e 3º traços (distância entre 1º e 2º, corresponde a 0 - 180^0 de giro e a distância entre 2º e 3º traços corresponde a 180 - 360^0 de giro da roda) varia em função do tempo que a roda consumiu para executar 360^0. Logo, medindo-se essas distências (entre 1º e 3º traços entre 3º e 5º traços, entre 5º e 7º traços etc.) e correlacionando-as com a velocidade do papel, obtém-se os tempos consumidos em cada giro. A partir do períme

tro efetivo e do tempo consumido em cada giro da roda odométrica, chega-se à velocidade de deslocamento.

Determinação do Patinamento dos Rodados e da Potência Desenvolvida na Barra-de Tração

O patinamento dos rodados dos tratores é definido, de acordo com ZOZ (em 1972), pela seguinte equação:

$$P\% = 100 \frac{Ls - Lc}{Ls}$$

onde: P% = patinamento, em %
Ls = distância percorrida sem carga, em m
Lc = distância percorrida com carga, em m.

Uma vez que se adotou o critério de tomar cada giro da roda odométrica como base de cálculo dos elementos de cada determinação (força de tração, velocidade e potência), o parinamento das rodas motrizes do trator também deverá ser calculado no intervalo de tempo e espaço correspondente a 1 giro da roda odométrica. Logo, é necessário efetuar-se uma subdivisão do tempo-por-giro da roda do trator, de acordo com os respectivos tempo-por-giro da roda odométrica. Dividindo-se o perímetro eficaz da roda do trator pelos respectivos tempo-por-giro, obtém-se a velocidade de deslocamento (em m/s) equivalente a uma situação sem carga que, ao ser multiplicado pela correspondente subdivisão do tempo (em função do tempo-por-giro da roda odométrica) fornece a distância percorrida sem carga-Ls. A distância percorrida com carga-Lc, é fornecida diretamente pelo perímetro eficaz da roda odométrica.

Com os dados de força de tração-FT (kgf) e de velocidade de deslocamento V (m/s), calcula-se a potência desenvolvida na barra-de-tração - N (cv) através de:

$$N\ (cv) = \frac{Ft(kgf) \times V(m/s)}{75}$$

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos nos ensaios de campo constam dos Quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

QUADRO 1 - Resultados obtidos em 1ª marcha reduzida lenta, com tração em ambos os eixos e alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Mín	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	400	1069	904	0,00	0,00	0,00	0,95	0,634	2,28	3,38	9,04	7,64
02	749	2757	2022	12,37	9,79	9,04	9,93	0,577	2,08	5,76	21,19	15,56
03	2355	3453	2804	33,50	34,95	27,60	30,33	0,459	1,65	14,41	21,13	17,16
04	2426	4142	3342	45,59	49,67	42,03	47,07	0,356	1,28	11,53	19,68	15,86
05	2753	4365	3585	50,17	54,45	44,57	53,05	0,325	1,17	11,93	18,92	15,54
06	2793	4371	3593	49,96	54,45	45,24	53,10	0,325	1,17	12,11	18,94	15,57
07	2804	4385	3577	53,44	57,66	51,05	54,49	0,304	1,09	11,38	17,80	14,50
08	2712	4228	3448	50,63	57,71	50,84	53,33	0,310	1,12	11,21	17,48	14,25
09	2581	4122	3444	51,83	48,93	50,52	55,37	0,304	1,09	10,45	16,68	13,96
10	2622	4383	3442	53,22	58,33	51,12	56,29	0,297	1,07	10,39	17,37	13,63
11	2714	4246	3534	50,96	58,46	49,68	54,64	0,309	1,11	11,18	17,49	14,56

Obs: R.D. = roda direita; R.E. = roda esquerda

QUADRO 2 - Resultados obtidos em 1ª marcha reduzida lenta, com tração apenas no eixo trazeiro a alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Min	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	977	2195	1479	-	-	38,91	39,38	0,400	1,44	5,21	11,70	7,89
02	1136	1193	1171	-	-	6,93	7,16	0,610	2,20	9,25	9,71	9,52
03	1187	2367	1816	-	-	20,73	20,31	0,521	1,88	8,26	16,46	12,62
04	1275	2914	1767	-	-	30,45	30,20	0,459	1,78	7,80	17,83	10,81
05	1477	2538	1708	-	-	31,66	31,47	0,452	1,63	8,90	15,29	10,29
06	1667	2444	2199	-	-	33,84	33,52	0,433	1,56	9,62	14,11	12,70
07	1732	2965	2479	-	-	47,81	44,77	0,349	1,26	8,05	13,79	11,54
08	2259	2773	2483	-	-	51,77	46,79	0,329	1,18	9,90	12,16	10,89
09	2357	2883	2575	-	-	56,66	52,36	0,293	1,06	9,92	11,28	10,06

QUADRO 3 - Resultados obtidos em 2ª marcha reduzida lenta, com tração em ambos os eixos e alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Mín	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	902	3610	2304	24,63	27,43	16,21	36,14	0,667	2,40	8,02	32,11	20,49
02	2569	4285	3318	43,58	52,92	41,14	50,93	0,453	1,63	15,53	25,91	20,04
03	2955	4428	3685	52,92	62,03	51,08	58,91	0,360	1,30	14,17	21,24	17,69
04	2328	4399	3448	46,44	55,22	49,92	57,41	0,380	1,37	11,79	22,29	17,47
05	2446	4430	3524	52,04	59,64	47,61	57,41	0,374	1,35	12,19	22,08	17,57
06	2432	4161	3346	47,64	57,13	45,90	53,57	0,404	1,45	13,10	22,41	18,02
07	2734	4161	3461	48,76	58,68	48,24	54,70	0,390	1,40	14,23	21,65	18,00
08	2489	4171	3383	50,61	55,53	47,07	52,83	0,403	1,45	13,36	22,39	18,18
09	2487	4265	3342	48,67	56,62	45,53	55,92	0,411	1,48	13,65	23,39	18,32
10	2242	4010	3100	46,64	54,78	41,74	52,98	0,416	1,50	12,43	22,23	17,19
11	2651	4130	3387	50,54	53,76	45,40	52,96	0,416	1,50	14,69	22,89	18,79

QUADRO 4 - Resultados obtidos em 2ª marcha reduzida lenta, com tração em eixo trazeiro e alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Mín	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	1102	2236	1543	-	-	43,36	43,54	0,461	1,66	6,77	13,74	9,48
02	1161	2451	1658	-	-	27,33	26,40	0,601	2,16	9,30	19,63	13,29
03	1967	2730	2277	-	-	49,27	48,29	0,420	1,51	11,02	15,30	12,75
04	2106	3518	2854	-	-	60,49	60,15	0,321	1,16	9,02	15,08	12,22
05	2469	3122	2834	-	-	66,31	66,41	0,276	0,99	9,08	11,48	10,43
06	2095	2532	2288	-	-	50,61	50,01	0,407	1,47	11,37	13,74	12,42
07	1718	2500	2110	-	-	49,53	47,29	0,420	1,51	9,63	14,01	11,82
08	1870	2481	2106	-	-	47,41	43,86	0,443	1,59	11,04	14,66	12,44

QUADRO 5 - Resultados obtidos em 3ª marcha reduzida lenta, com tração em ambos os eixos e alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Mín	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	951	1732	1289	8,20	7,16	1,63	4,61	0,981	3,53	12,43	22,65	16,80
02	2526	3165	2777	24,73	25,05	17,77	20,28	0,820	2,95	27,60	34,59	30,36
03	2548	3314	2926	31,31	33,28	25,39	28,46	0,735	2,65	24,99	32,50	28,67
04	2785	3489	3142	35,95	38,62	32,74	35,88	0,659	2,37	24,49	30,68	27,61
05	2502	3922	3118	37,60	39,41	32,08	35,86	0,659	2,37	21,99	34,48	27,40
06	2569	3816	2991	35,66	38,19	32,51	37,04	0,671	2,42	22,98	34,14	26,76
07	2555	3610	3067	36,76	37,92	31,47	36,05	0,671	2,42	22,86	32,30	27,44
08	2030	3589	2816	37,23	40,57	32,08	36,36	0,659	2,37	17,85	31,56	24,74
09	2179	3726	2957	39,98	41,33	35,08	38,93	0,630	2,27	18,32	31,32	24,84
10	2130	3765	3014	37,62	38,44	32,91	36,48	0,656	2,36	18,62	32,91	26,36
11	2271	3726	2961	36,04	37,92	31,59	33,50	0,687	2,47	20,80	34,13	27,12

QUADRO 6 - Resultados obtidos em 3ª marcha reduzida lenta, com tração apenas no eixo trazeiro e alavanca do acelerador na posição de débito máximo da bomba injetora.

Nº de Ordem	Tração observada na barra (kgf)			Patinamento (%)				Velocidade de deslocamento		Potência observada na barra (cv)		
				Eixo Frontal		Eixo Trazeiro						
	Mín	Máx	Média	R.D.	R.E.	R.D.	R.E.	m/s	km/h	Mín	Máx	Média
01	1134	2587	1789	-	-	35,32	34,33	0,671	2,42	10,15	23,15	16,01
02	1289	2563	2148	-	-	39,14	38,62	0,624	2,25	10,72	21,31	17,87
03	1834	2726	2261	-	-	49,09	47,13	0,522	1,88	12,76	18,96	15,74
04	2020	2665	2321	-	-	59,21	51,77	0,448	1,61	12,07	15,93	13,89
05	2195	2673	2428	-	-	56,41	55,71	0,441	1,59	12,92	15,73	14,28
06	1602	2691	2276	-	-	54,61	52,45	0,476	1,71	10,17	17,09	14,46
07	1806	2269	2108	-	-	39,98	40,47	0,604	2,17	14,54	18,27	16,98
08	2028	2432	2222	-	-	45,56	43,79	0,562	2,02	15,21	18,24	16,65
09	2440	2801	2587	-	-	55,16	54,08	0,461	1,66	14,99	17,21	15,90
10	2303	2855	2577	-	-	5705	55,89	0,448	1,61	13,77	17,06	15,29

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Força de Tração Média Observada na Barra

A análise de variância da força média de tração observada na barra, em cada marcha, considerando-se como tratamentos a tração em ambos os eixos e apenas o trazeiro, apresentou os seguintes resultados:

a) 1ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	11,55**
Resíduo ...	18	-
TOTAL	19	-

C.V. = 28,01%

Média para 2 eixos (T_{4x4}): ..... 3.063,18 kgf

Média para eixo trazeiro: (T_{2x4}): ..... 1.964,11 kgf

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,5596

b) 2ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	32,52**
Resíduo ...	17	-
TOTAL	18	-

Média para 2 eixos (T_{2x4}): ..... 3.299,82 kgf

Média para eixo trazeiro (T_{2x4}): ..... 2.208,75 kgf

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,4940

c) 3ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	9,41
Resíduo ...	19	-
TOTAL	20	-

C.V. = 16,06%

Média para 2 eixos (T_{4x4}): ..... 2.823,45 kgf

Média para eixo trazeiro (T_{2x4}): ..... 2.272,20 kgf

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,2426

A alta significância de F para as 3 marchas indica que, realmente, a tração 4x4 apresenta sensível vantagem sobre a tração 2x4. O decréscimo da relação T_{4x4}/T_{2x4} com o aumento da velocidade (marchas), mostra que a maior vantagem do uso de tração em ambos os eixos se verifica para marchas de menor velocidade.

De acordo com BEKKER 1960), o potencial de tração bruta, capaz de ser desenvolvida por rodados de tratores, é expresso por:

$$H_b = Ac - w.tang\Phi$$

onde:

H_b = potencial de tração bruta (kgf)
A_b = área de contacto rodado-solo (cm^2)
c = coeficiente de coesão do solo (kgf/cm^2)
w = carga normal aplicada na área de contacto (kgs)
Φ = ângulo de atrito interno do solo

A determinação do valor w, sob condições dinâmicas, implica em se conhecer a transferência de peso. Para tração apenas no eixo trazeiro, a avaliação da transferência de peso se baseia na teoria desenvolvida por McKIBBEN (1972) cuja determinação exige apenas o conhecimento da força desenvolvida na barra, a altura da linha de tração acima do plano de apoio das rodas e a distância entre eixos do trator. Todavia, para tração em ambos os eixos, a avaliação da carga dinâmica aplicada sobre a superfície de contacto dos rodados exige, de acordo com MURILLO-SOTO & SMITH (1977), o conhecimento do momento de inércia do trator da aceleração angular do chassi ao redor de um eixo transversal, da diferença de recalque do solo entre rodas dianteiras e trazeiras e de outros fatores cuja determinação é viável em estudos de laboratório, com modelos em escala reduzida.

Dada a essa problemática e pelo fato do presente trabalho tratar-se de um estudo preliminar, considerou-se na aplicação da equação de BEKKER (1960) apenas o valor estático de W, obtendo-se os seguintes resultados:

Eixo frontal	H_b =	1.834 kgf
Eixo trazeiro	H_b =	2.713 kgf
TOTAL	=	4.547 kgf
Relação T_{4x4}/T_{2x4}	=	1,6761

Comparando-se, para cada marcha, o potencial de tração do solo com os valores médios da tração média observada nos ensaios, chega-se aos seguintes valores:

Marcha	Tração	Força Média/H_b
1ª.	4x4	0,6737
	2x4	0,7240
2ª.	4x4	0,7257
	2x4	0,8141
3ª.	4x4	0,6209
	2x4	0,8375

Como se observa, os maiores valores para a relação força média observada /H_b foram apresentadas para a tração apenas no eixo trazeiro. Assim, verifica-se que, nos ensaios realizados, o aproveitamento do potencial bruto do solo para tração foi da ordem de 67 a 84%. Tais valores podem atingir um níveis mais alto, se considerarmos o efeito da resistência ao rolamento.

Comparando-se os valores da tração máxima observada durante os ensaios com aqueles de H_b, verifica-se que não houve discrepâncias marcantes. Valores de tração observada ligeiramente maiores que os de H_b foram verificados apenas para os dados 04, 07, 08 e 09 do Quadro 2, para os dados 03, 04 e 05 do Quadro 4 e para os dados 03, 09 e 10 do Quadro 6. No caso de tração 4x4, não se verificou nenhum caso da força média observada ser maior que H_b.

A análise de variância da força média de tração observada na barra, para cada condição de tração, considerando-se como tratamentos as 3 marchas utilizadas, apresentou os seguintes resultados:

a) Tração em ambos os Eixos:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	2	1,65 (N.S.)
Resíduo ...	30	-
TOTAL	32	-

C.V. = 20,11%

b) Tração apenas no Eixo Trazeiro:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	2	1,45 (N.S.)
Resíduo ...	24	-
TOTAL	26	-

C.V. = 19,07%

A não significância do teste F, tanto para tração 4x4 como para tração 2x4, evidencia que não houve diferenças estatisticamente significantes para a força de tração apresentada pelo trator nas 3 marchas. A magnitude da força de tração na barra foi semelhante para as 3 marchas.

Potência Média Observada

A análise de variância da potência média observada na barra de tração, em cada marcha, considerando-se, como tratamentos, a tração em ambos os eixos e apenas o trazeiro, apresentou os seguintes resultados:

a) 1ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	15,37**
Resíduo ...	18	-
TOTAL	19	-

C.V. = 16,01%

Média para 2 eixos (T_{4x4}) ..... 14,38 cv

Média para eixo trazeiro (T_{2x2}) ..... 10,70 cv

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,3439

b) 2ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	147,98**
Resíduo ...	17	-
TOTAL	18	-

Média para 2 eixos (T_{4x4}) ..... 18,34 cv

Média para eixo trazeiro (T_{2x2}) ..... 11,86 cv

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,5464

c) 3ª. Marcha Reduzida Lenta:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	1	80,91**
Resíduo ...	19	-
TOTAL	20	-

C.V. = 12,57%

Média para 2 eixos (T_{4x4}) ..... 26,20 cv

Média para eixo trazeiro (T_{2x4}) ..... 15,72 cv

Relação T_{4x4}/T_{2x4} 1,6667

A alta significância de **F** para as 3 marchas indica que a tração 4x4 apresenta sensível vantagem sobre a tração 2x4, em termos de incremento da potência na barra de tração. A tendência crescente da relação T_{4x4}/T_{2x4} com o aumento da velocidade (marchas) mostra que as maiores vantagens do uso de tração em ambos os eixos, se verifica para marchas de maior velocidade. Comparando-se esses resultados com os relativos à força média de tração, verifica-se uma tendência inversa no acréscimo/decréscimo da relação T_{4x4}/T_{2x4} quando se considera potência e força de tração.

A análise de variância da potência na barra, para cada condição de tração, considerando-se como tratamentos as 3 marchas utilizadas, apresentou os seguintes resultados:

a) Tração em ambos os Eixos:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	2	62,08**
Resíduo ...	30	-
TOTAL	32	-

C.V. = 12,88%

Médias: 1ª marcha ..... 14,38 cv
2ª marcha ..... 18,34 cv
3ª marcha ..... 26,20 cv

D.M.S. ..... 2,67 cv

Pela D.M.S., observa-se que, em termos de potência, as marchas apresentaram comportamento bem diferenciado, na condição de tração 4x4.

b) Tração apenas no Eixo Trazeiro:

C. Variação	G.L.	F
Tratamentos	2	35,92**
Resíduo ...	24	-
TOTAL	26	-

C.V. = 10,49%

Médias: 1ª marcha ..... 10,70 cv
2ª marcha ..... 10,86 cv
3ª marcha ..... 15,72 cv

D.M.S. ..... 1,68 cv

Pela D.M.S, observa-se que, em termos de potência, as 1ª e 2ª marchas apresentaram comportamento semelhante entre si e que a 3ª marcha apresentou comportamento bem diferente dos demais, na condição de tração 2x4.

Com base nos resultados da análise da força de tração, que indicam não haver diferença entre as marchas, pode-se explicar o comportamento das 1ª e 2ª marchas com tração 2x4, como o resultado da menor velocidade de deslocamento em 2ª marcha com tração 2x4 em relação à tração 4x4, devido ao patinamento dos rodados.

CONCLUSÕES

Da análise e discussão dos resultados obtidos, chega-se às seguintes conclusões:

a) A tração em 4 rodas, no espécime submetido a ensaios, revelou duplamente vantajosa: - para baixas velocidades, quando normalmente ocorrem sobrecargas de tração, a relação T_{4x4}/T_{2x4} para tração apresentou seu mais alto valor; para velocidades mais altas, quando se solicita maior potência, a relação T_{4x4}/T_{2x4} para potência, também apresentou seu nível mais alto.

b) A tração 4x4 se revelou um fator que acentua as diferenças de velocidade, propiciada pelas marchas da caixa de transmissão do trator, quando comparada com a tração 2x4.

c) O critério de se adotar a carga estática aplicada na área de contacto rodado-solo, para efeito de avaliação do aproveitamento, pelos rodados, do potencial de tração do terreno, apesar de contar imprecisões, pode constituir uma fórmula prática para prognósticos do desempenho de tratores sobre solos agrícolas.

d) O método fotográfico de mensuração da área do contacto pneu-solo, e bem como a metodologia de caracterização do solo e de mensuração de força e giro das rodas, revelaram-se eficientes e práticos para trabalhos visando a avaliação do desempenho de tratores no campo.

LITERATURA CITADA

BAILEY, A.C. WEBER, J.A. Coparison of methods of measuring soil shear strength using artificial soils. *Trans. of the ASAE*. 8(2): 153-156-160. 1965.

BECKWITH, T.C. & BUCK, N.L. *Mechanical Measurements*. Addinson - Wesley Publi - shing Co, 559 pp.

BEKKER, M.G. off-the road locomotion. *Research and development in terramechanics*. The University of Michigan Press. Ann ARbor, USA, 1960. 220 p.

BUCHELE, W.F. & COLLINS, E.V. The development of the tenden tractor. *Agr. Eng.* 39(4): 232-234. 1958.

COHSON, G.T. Soil sheargraph. *Ag. Eng.* 44(10): 554-556. 1963

DWYER, M.J. & PEARSON, G. A field comparison of the tractive performance of two and four-wheel drive tractors. *Journal of Agr. Eng. Res.* 21(1): 77-85. 1976.

GARMAN, J.A. Tandem studies. *Trans. of the ASAE*. 2(1): 18-20. 1959

LAWSON, L.E. Tendes tractors - what, how and why ? *Trans. of the ASAE*. 2(1):21-25. 1959.

MURILLO-SOTO, F. & SMITH, J.L. Weight transfer in 4WD tractors: A model Study . *Trans. fo the ASAE* 20(2): 253-257. 1977.

OSBORNE, L.E. A field comparison of the performance of two and four-wheel drive and tracklaying tractors. *Journal of Agr. Eng. Res.* 16(1): 46-61. 1971.

RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINGO, T.; FRANÇA, G.V., *Carta de solos da Fazenda Ipanema*. Projeto ETA-70. 1965. 46 pp. mimeo.

SOUTHWELL, P.H. An investigation of flour-wheel-drive and tendem-tractor arrangement. *Trans. of the ASAE*. 10(2)-284-288. 1967.

ZOZ, F.M. Predicting tractor field performance. *Trans. of the ASAE*, 15(2): 249-255. 1972.

MEDIDAS DE RESISTÊNCIA DINÂMICA DE GRÃOS

C.S. Chang*
E. Fenz**
J.A. Sousa Costa***

RESUMO

Foi feita uma investigação prelimimar sobre a resistência dinâmica de grãos de feijão, utilizando um pêndulo especialmente construído.

Foram testadas amostras de feijão com 32,5% e 10,6% de teor de umidade.

Os resultados indicaram que os grãos mais secos apresentam menor resistência e absorção de energia que os de maior teor de umidade.

Também, parece existir uma tendência de que, aumentando-se a velocidade de corte, também se aumentam a resistência ao impacto e a capacidade de absorção de energia. Esta tendência parece ser mais significativa para os grãos mais úmidos que para os secos.

Para obtenção de resultados mais conclusivos, há necessidade de maiores investigações.

SUMMARY

A preliminary investigation of bean grains dynamic strength, has been done, by using a special constructed pendulum.

Samples of wet grains with 32,5% of moisture content and dry grains with 10,6% of moisture content were tested.

The results indicated that the dry grains have less resistance and energy absortion than wet grains.

The results also indicated that, it seems to exist a tendency of, increasing cutting velocity, also increases the impact resistance, and energy absortion capacity.

This tendancy seems to be more significant for wet grains, than for dry grains.

However, further investigations are needed to get further concluions.

INTRODUÇÃO

Informações sobre a resistência dinâmica de grãos são necessárias para o projeto de trituradores em máquinas de processamento de alimentos. Estas informações são também bastante úteis, com a finalidade de se minimizar a danificação de grãos, através de projeto apropriado de colheitadeiras.

(*) Prof. da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, Campinas - SP
(**) Engº Agrônomo - Divisão de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico de Campinas - SP
(***) Engenheiro Agrônomo - Divisão de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico de Campinas - SP.

Já foi demonstrado que a colheita de milho no Brasil apresenta percentuais de danos mecânicos numa faixa de 0-4% no caso de colheita manual e chega a atingir até 15% no caso de colheita através de combinadas (CORTES et alii 1978).

O exame dos grãos danificados, mostra que a danificação normalmente ocorre através de trincas ou mesmo quebra da semente, devido à ruptura causada por ação de cizalhamento e esmagamento.

O esmagamento do grão no triturador e a danificação na colheitadeira são provocados por uma ação dinâmica, na qual o papel representado pela velocidade precisa ser levado em consideração, para a medida da resistência dinâmica dos mesmos.

Um dispositivo bastante simples para a medida da resistência dinâmica ao cizalhamento, é constituído por um pêndulo simples (MOHSENIN 1970, BURAMASTROVA, et alii 1963) desde que a energia liberada pelo mesmo e a velocidade no momento do impacto, são valores pré-determináveis (SPIEGER 1967). A energia consumida pelo material, durante o cizalhamento e a resistência dos mesmos, são mensuráveis e calculáveis.

O objetivo deste estudo é a construção de um dispositivo pendular, que atenda às necessidades citadas, e ainda realizar uma investigação preliminar sobre a resistência dinâmica de grãos.

Neste trabalho preliminar, apenas sementes de feijão foram utilizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi feito mediante um embasamento teórico, estando as principais equações matemáticas envolvidas, desenvolvidas a seguir.

Equações:

Resistência Dinâmica de Cizalhamento (R) é determinada pela fórmula:

$$R = \frac{Ec}{AD} \qquad (1)$$

onde:

R = Resistência dinâmica de cizalhamento em Kgf/mm^2
Ec = Energia consumida no cizalhamento
A = Área da seção transversal envolvida em mm^2
D = Espessura do material cortado pelo pêndulo, na direção tangencial (ou o menor diâmetro da elipse gerada pela seção transversal) - mm

Energia Consumida no Cizalhamento (Ec) - determinada pela fórmula:

$$Ec = \bar{W}\,\bar{r}\;\left|(1-\cos\Theta_i) - (1-\cos\Theta_f)\right|$$

$$Ec = \bar{W}\,\bar{r}\;\left(\cos\Theta_f - \cos\Theta_i\right) \qquad (2)$$

onde:

$\bar{W}$ = Peso total do pêndulo em Kgf
$\bar{r}$ = Distância do centro de rotação ao centro de gravidade em mm
Θ_i = Ângulo inicial do pêndulo em graus
Θ_f = Ângulo final do pêndulo após o impacto em graus

Velocidade de Corte (v) - calculada pela fórmula:

$$v = \Theta\, L \quad \text{ou}$$

$$v = L \times \sqrt{\frac{2\,\bar{W}\,\bar{r}}{I_o}\,(1-\cos\Theta_i)} \qquad (3)$$

onde:

Θ = Velocidade angular do pêndulo, no momento do impacto, na posição central em Rad/seg.

L = Comprimento medido entre o centro de rotação e aextremidade do pêndulo - mm

I_o = Momento de inércia - $Kg.mm^2$

Construção:

Um pêndulo composto como mostrado na Figura 1, foi construído, sendo constituído por um braço metálico (aço) de 630 x 37 x 3mm e um peso em forma de tronco de cilindro com diâmetro de 60mm e 30mm de espessura. O peso total é de 1,21 Kg. A distância do centro de gravidade ao centro de rotação é de 50cm. Uma peça de forma retangular, destinada a realizar o impacto, com 10 x 50mm foi fixada ao centro da extremidade do peso cilíndrico.

Pode ser utilizada uma faixa de velocidade variável de 0,54-4m/seg.

Um gatilho de disparo rápido (para liberar o pêndulo) foi também construído.

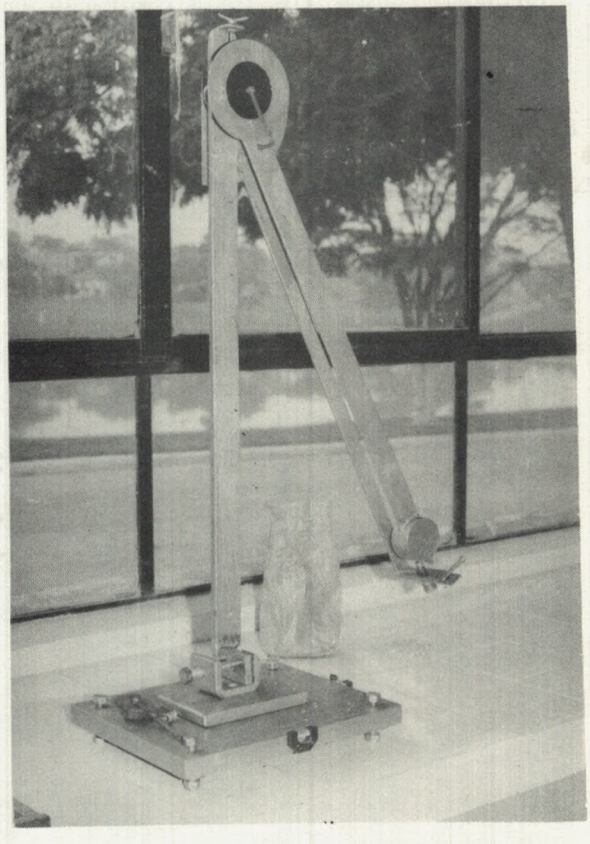


FIGURA 1 - Pêndulo de construção especial, para testes de Resistência Dinâmica de Grãos.

Calibração:

Foi feita uma calibração para cada velocidade testada, com ângulos iniciais (Θ_i) de 10^0 a 90^0. O ângulo inicial (Θ_i) e o correspondente ângulo final, (Θ_f) na ausência de material a ser cortado (em condição livre), foram checados. As perdas por fricção em cada leitura foram excluídas.

Experimentos Realizados:

O material utilizado neste experimento, constituiu-se de amostras de feijão, variedade "carioquinha."

Dois grupos de testes foram realizados. Em um, foram utilizados grãos de feijão de colheita recente, com 32,5% de umidade e, no outro, grãos de feijão já secos com teor de umidade de 10,6%.

Foram testadas nove diferentes velocidades para os grãos recém colhidos e sete diferentes velocidades para os grãos secos, com cinco (5) repetições para cada velocidade.

Os resultados estão apresentados nas Figuras 2 e 3.

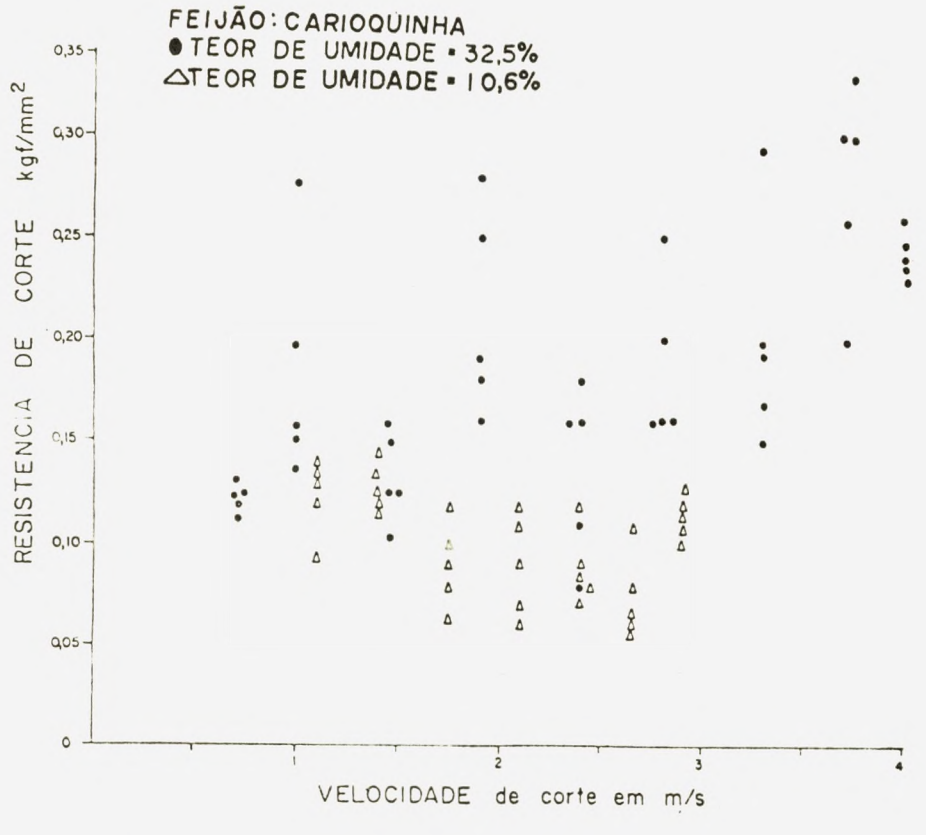


FIGURA 2 - Resistência ao Corte versus Velocidade do Pêndulo, em grãos de feijão com dois teores de umidade.

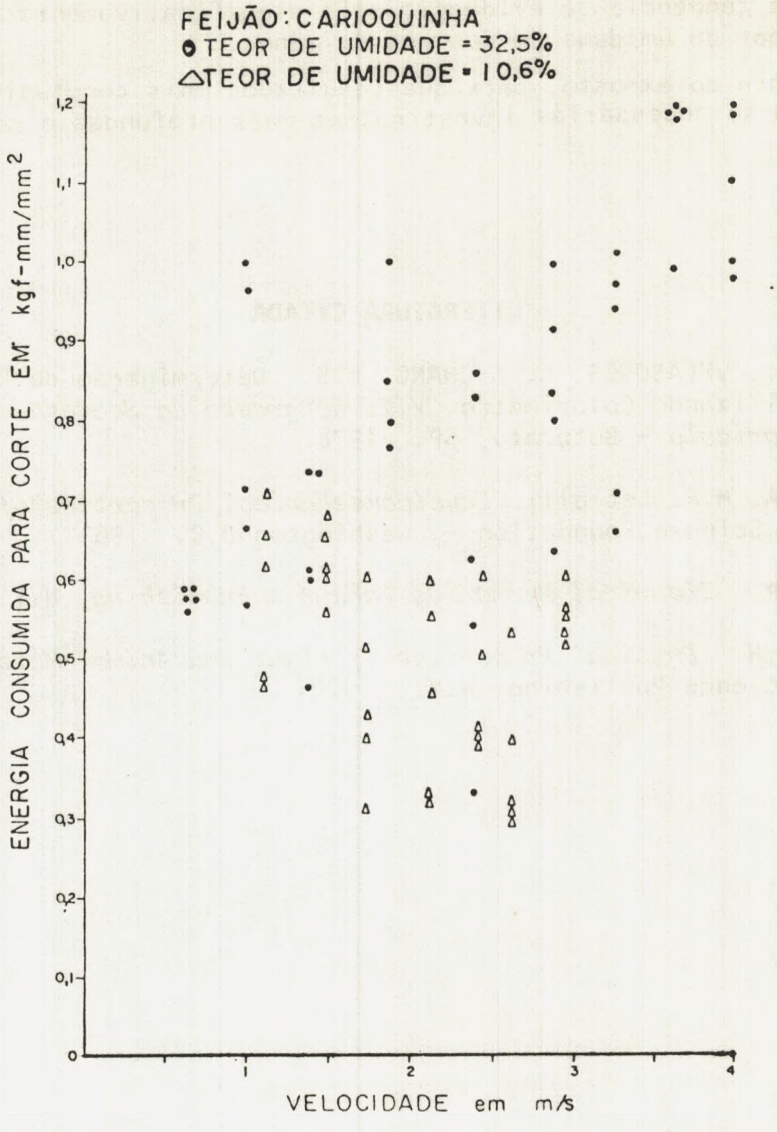


FIGURA 3 - Energia Consumida no Corte versus Velocidade, em grãos de feijão com dois teores de umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos valores de resistência ao cizalhamento e de nergia consumida por grão, com dois (2) diferentes teores de umidade foram plotados contra velocidade de corte, como mostrado, respectivamente, nas Figuras 2 e 3.

Os resultados demonstraram que parece haver uma forte influência do fator teor de umidade. Os grãos mais secos, com 10,6% de umidade, apresentaram menor resistência à absorção de energia que os de teor de umidade ao redor de 32,5%, tendo essas diferenças (resistência e consumo de energia) variando de 20 -60%. Isto se deve provavelmente ao fato de que os grãos secos são um material quebradiço, com propriedades similares ao ferro fundido, com pequena resistência ao impacto.

Parece haver uma tendência no sentido de que, aumentando-se a velocidade aumentam-se, também, os valores de resistência e energia absorvida.

Esta tendência se evidencia mais significativamente no caso dos grãos com maior teor de umidade do que nos de menor.

Diante do exposto, para que resultados mais conclusivos possam ser obtidos, tornam-se necessárias investigações mais profundas e completas.

LITERATURA CITADA

CORTES, J.E., VELASQUES, L. & CHANG. C.S. Determinação de Dano Mecânico me Grãos Utilizando Colorímetro. *VIII Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola* - Botucatu, SP. 1978.

BURAMISTROVA, M.F. et alii. *Physicomechanical Properties of Agricultural Crops*. National Sciense Foundation - Washington D.C. 1963.

SPIEGEL, M.R. *Theorical Mechanics Schaun's Publishing*, N.Y. 1967.

MOHSENIN, N.N. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Cordon and Breach Science Publishing, N.Y. 1970.

INFLUÊNCIA DOS MECANISMOS DAS COLHEDEIRAS E DO MANEJO DA LAVOURA DE SOJA (GLYCINE MAX (L) MERRILL) SOBRE AS PERDAS NA COLHEITA E A QUALIDADE DAS SEMENTES

C.M. Mesquita*
N.P. Costa**
E.F. Queiroz**

RESUMO

Este trabalho foi realizado em 41 lavouras do Estado do Paraná, e teve os seguintes objetivos: 1) avaliar o índice de perdas durante a colheita da soja; 2) identificar as partes da colhedeira responsáveis pelas perdas; 3) analisar a ação das barras de corte flexíveis como equipamentos redutores de perdas durante a colheita; 4) analisar os danos causados às sementes pelos mecanismos das colhedeiras; 5) analisar o efeito do teor de umidade sobre as perdas, vigor, energia germinativa e germinação, e 6) estudar as características estruturais das plantas relacionadas com as perdas.

Os resultados apresentaram um índice de perdas de 20,2%. A plataforma de corte foi responsável por 84,8% das perdas totais; os mecanismos internos responderam por 12% das perdas e a debulha natural ou perda antes da colheita por 3,2%. Não foi observada diferença significativa entre as perdas causadas por barras de corte flexíveis e convencionais.

Houve diferenças altamente significativas no vigor e na energia germinativa, quando foram comparadas as colheitas manual e mecânica. Teores de umidade abaixo de 11,5% mostraram efeitos significativamente diferentes em todos os fatores estudados quando comparados com faixas de umidade superiores.

Das características estruturais da soja, a altura de inserção de 1ª. vagem foi o fator responsável pelas maiores perdas.

SUMMARY

This survey was accomplished in 41 farms throughout Paraná State and had the following objectives: 1) To evaluate the level of soybeans harvesting losses; 2) to identify the combine components wich are responsible for the losses; 3) To analyse the behavior of floating cutterbars as equipments to reduce the losses; 4) To analyse the damages imparted to soybean seeds during harvesting; 5) To analyse the effect of the moisture content on losses, seed vigor and germination by standard and tetrazolium tests; 6) To study structural particularities of soybean plants which are related to the losses.

The results showed a level of 10,2% losses. The combine header was responsible for 84,8% of the total losses; threshing and separating losses took 12% and preharvest losses 3,2%. There was no statistical difference between the losses caused by floating and standard cutterbars. The effect of mechanical damages on seed vigor and germination accomplished by tetrazolium teste

---

(*) *Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Soja - EMBRAPA e membro da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola.*
(**) *Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Soja - EMBRAPA*

presented highly significant differences when harvesting done by hands was compared to that combined. Moisture content levels lower than 11,5% showed significantly different effects in all factors when compared to higher moisture content levels. Among the studied plant characteristics the height of the first pod was resp-nsible for the greatest losses.

INTRODUÇÃO

Os altos teores de óleo e de proteína e o uso crescente de soja na alimentação humana e animal, têm provocado o aumento da demanda dessa leguminosa, através do mundo. Entretanto, a despeito do futuro promissor dessa cultura nos países produtores e do alto grau de tecnologia nela empregado, o índice de perdas durante a colheita permaneceu praticamente o mesmo desde 1927 até os dias de hoje (QUICK 1972). Estas perdas, definidas como sementes livres e sementes dentro de vagens deixadas no solo após a colheita, foram estimadas, por QUICK em 9% para os Estados Unidos da América do Norte, representando mais de 800 milhões de dólares por ano deixados nos campos pelos agricultores.

Supondo-se que o mesmo índice de perdas para o Brasil e considerando-se a estimativa de produção em torno de 11 milhões de toneladas, o País terá perdido mais de 5 bilhões de cruzeiros na safra de 1978/79. O problema, no entanto, torna-se mais grave quando, a estas perdas, somam-se aquelas ocasionadas pelos danos mecânicos às sementes. Sabe-se que, mesmo com a utilização de máquinas devidamente reguladas, os danos mecânicos causados às sementes são inevitáveis, sobretudo se o teor de umidade do produto, no momento da colheita, for muito alto ou muito baixo (POPINIGIS 1977).

A gravidade do problema levou as autoridades americanas a desenvolverem projetos de pesquisa visando reduzir as perdas através de novas máquinas, de máquinas modificadas, de novos métodos ou de combinações de máquinas e métodos (NAVE et alii, 1973).

Desta forma, baseando-se na necessidade de informações sobre o assunto, o presente trabalho teve os seguintes objetivos: 1) levantar o índice de perdas, a nível estadual e nacional; 2) identificar as partes da colhedeira responsáveis pelas perdas; 3) analisar o comportamento das barras flexíveis como redutores de perdas na colheita; 4) analisar os níveis de danos causados pelos mecanismos da colhedeira às sementes; 5) analisar o efeito do teor de umidade sobre as perdas, o vigor, a energia germinativa e a germinação; 6) analisar a relação de características morfológicas da planta com as perdas.

REVISÃO DE LITERATURA

Colhedeiras têm sido usadas nas lavouras de soja deste 1924. Entretanto, muito pouco progresso, em termos de reduzir perdas, tem sido feito. O primeiro estudo, realizado em Illinois (USA) em 1927, mostrou uma perda de 11,6%. Um estudo semelhante, em 1968, apresentou um índice de perdas de 9,2%. Entretanto, o quadro real da situação surge quando se nota que, no estudo de 1927, os números indicavam que 1,8% foram perdas devido à trilha e separação. No estudo de 1968 esta perda foi de 0,3% - portanto, uma redução significante. Porém, as perdas causadas pela plataforma de corte (9,8% em 1927 e 8,9% em 1968), virtualmente permaneceram as mesmas durante 41 anos.

LAMP et alii (1961), em estudo realizado entre 1956 e 1960, em Ohio - USA começaram a definir mais especificamente os tipos de perdas e onde elas ocorriam Os testes mostraram que 80% de todas as perdas deviam-se ao recolhimento ou eram causadas pela plataforma de corte, onde 55% eram devidas ao fenômeno da debulha, provocado pela ação da barra de corte, de molinete e do caracol.

As fontes das perdas na colheita são definidas pelas seguintes categorias:

1. Perdas antes da colheita - sementes livres e sementes dentro de va

gens existentes sobre o solo antes da colheita.

2. Perdas por trilha, separação e limpeza - sementes existentes no terreno e que tenham passado através da colhedeira.

3. Perdas causadas pela plataforma de corte - incluem: a) perda por debulha - sementes livres; b) perdas devido à altura de inserção - sementes dentro de vagens ainda ligadas à parte remanescente da haste, que foi cortada em ponto mais alto que a altura de inserção dessas vagens; c) perdas por acamamento - sementes dentro de vagens ligadas à haste que não foi cortada por estar acamada ou ligada à parte remanescente da haste que sofreu corte em ponto mais alto por estar acamada.

Perdas Antes da Colheita e Perdas por Trilha, Separação e Limpeza

Do estudo realizado em Ohio, LAMP et alii (1961), concluíram que as perdas antes da colheita são insignificantes, quando a operação é completada antes de o teor de umidade das sementes cair abaixo de 10%.

Uma revisão de pesquisas realizadas mostra que considerável avanço tem ocorrido nas operações de trilha, separação e limpeza realizadas pelas colhedeiras. Estes mecanismos tornaram-se fáceis de ajustar e, quando somada à atenção adequada por parte do operador, tem reduzido as perdas a níveis aceitáveis.

Perdas Causadas pela Plataforma de Corte

Os componentes da plataforma de corte responsáveis pelas perdas são: o molinete, o caracol e a barra de corte. QUICK (1973), em uma análise de laboratório sobre a plataforma de corte, e DUNN et alii (1973), em um estudo de campo, concluíram que a barra de corte foi responsável por 80% das perdas, o caracol por 13% e o molinete por 7%.

QUICK e BUCHELE (1974) analisaram o efeito da velocidade do molinete nas perdas da plataforma de corte. Eles usaram índices de 1,2 até 1,7. O índice é definido como o quociente da divisão entre a velocidade periférica do molinete e a velocidade de operação da colhedeira. Duas alturas de molinete também foram estudadas, com a ponta das garras metálicas situadas a 7,5 e 20,0cm acima da barra de corte. Os resultados mostraram que as perdas foram reduzidas significativamente, quando o molinete operou na maior altura. Entretanto, não houve diferença significativa nas perdas, devido à velocidade do molinete dentro da faixa estudada. Estes resultados foram obtidos com o teor de umidade dentro de uma faixa entre 9 a 15% e com a velocidade de trabalho de 4 km/h. Também foi notado que maiores perdas resultaram com o molinete em baixas velocidades do que em altas velocidades.

Quanto ao caracol, NAVE et alii (1972) compararam o efeito da velocidade do mesmo a 197 e a 145 rpm, e encontraram perdas cerca de 25% maiores quando operava a menor velocidade. Eles concluíram que o aumento se deveu ao recorte da planta antes de ser recolhida totalmente pelo caracol.

Das perdas atribuídas à barra de corte, as motivadas pela baixa altura de inserção das vagens têm uma importância especial. A altura de corte das barras convencionais proporcionou o aparecimento das barras flexíveis cuja característica principal é o corte mais próximo ao solo, além de acompanhar as irregularidades do nivelamento do mesmo. Efetivamente, TATE e NAVE (1973) encontraram redução significativa nas perdas por altura de inserção utilizando barras flexíveis. Entretanto, a perda total não foi reduzida significativamente devido a uma perda adicional por debulha, motivada pela inclinação da rampa de transição entre as navalhas da barra flexível e a base da plataforma de corte. Esta perda adicional foi comprovada por MESQUITA & HANNA (1979) quando projetaram e adaptaram um sistema de transporte por correia em uma plataforma de linha, utilizada na colheita de soja, e que possui também uma rampa inclinada, semelhante às barras flexíveis. O sistema de transporte por correia reduziu significativamente as perdas por debulha, quando comparado à plataforma de linha original.

No estudo realizado por QUICK & BUCHELE (1974) foi utilizado sofisticado

equipamento fotográfico para confirmar que 80% das perdas foram motivadas pela ação da barra de corte. Eles observaram que o amplo movimento lateral das plantas, no momento do corte, foi particularmente evidente.

Relação do Fenômeno de Deiscência da Vagem com o Teor de Umidade

A deiscência é explicada como o meio fisiológico de dispersar as sementes para posterior crescimento. As vagens de soja tendem à deiscência quando o teor de umidade de suas fibras decresce.

O efeito do teor de umidade sobre a perda por debulha foi divulgado por LAMP et elii (1962), e confirmado no estudo de QUICK (1972), quando reportou que a perda por debulha aumentou aproximadamente de forma exponencial quando o teor de umidade decresceu. HOAG (1972) também concluiu que a necessidade de energia requerida para provocar a debulha decresce com o decréscimo do teor de umidade. Monsi (1942), citado por WEEKS et alii (1975), reportou que as forças de abertura, geradas na estrutura das vagens de soja, são ocasionadas pelo encolhimento das camadas do tecido das vagens em proporções diferentes. Estas forças são criadas pela redução do teor de umidade da estrutura das vagens.

Equipamentos Especiais

As barras flexíveis foram os primeiros equipamentos especiais a serem encontrados no mercado, com o objetivo de reduzir perdas na colheita da soja. Entretanto, o resultado da ação desses equipamentos não apresentou a eficiência esperada, induzindo a pesquisa a procurar outras soluções. Desta forma, uma série de equipamentos e processos vêm sendo estudados e testados. Já se encontram em disponibilidade, no mercado americano, desde acessórios para barras de corte convencionais até plataformas de corte especiais para soja (Anônimo, 1977). Entre os processos que têm sido pesquisados, aqueles utilizando ar têm sido os mais explorados. Além da primeira tentativa realizada por NAVE et alii (1972), com a adaptação de condutor que emitam jatos contínuos de ar dirigidos da barra de corte para o caracol, TATE & NAVE (1973) utilizaram o processo do ar, adaptado a uma barra flexível. Apesar de não reduzir, significativamente, as perdas, foi constatada a habilidade de alimentação da coluna de ar.

Apesar dos avanços conseguidos através dos novos processos e equipamentos, a sua efetividade em termos de aplicação prática e econômica ainda não é evidente. Uma das razões principais é que, em muitos casos, os novos projetos dependem de alterações consideráveis nos modelos originais das plataformas de corte, e essas alterações não provaram ser econômicamente viáveis.

Influência da Colheita Mecânica Sobre a Qualidade Fisiológica das Sementes

Os impactos sofridos pelas sementes, desde a plataforma de corte ao tanque graneleiro, geralmente são drásticos. Delouche, citado por BAUDET et alii (1978), afirma que os efeitos dos danos mecânicos, na viabilidade e no vigor das sementes, podem ser imediatos ou latentes. Imediatos quando as sementes se tornam incapazes de germinar imediatamente. Latentes, quando a germinação não é prontamente afetada, mas o vigor e o potencial de armazenamento são reduzidos. No segundo caso, as sementes deterioram-se mais rapidamente durante a armazenagem ou sucumbem mais facilmente em condições adversas de campo, após a semeadura

O efeito dos danos mecânicos também foi constatado por COEEHO (1974) isto quando comparou amostras de sementes colhidas mecânica e manualmente. Ele concluiu que as sementes colhidas por processos mecânicos tiveram sua germinação seriamente afetada, quando as relacionou com o material colhido manualmente.

SCOTT & ALDRICH (1970) comentam que o tegumento da semente de soja pode ser facilmente quebrado ou danificado durante o processo de colheita, sendo que a água e organismos estranhos penetram rapidamente, através das rachaduras, trazendo, como consequência, redução no poder germinativo das sementes. Fraturas ao longo do eixo embrionário foram constatadas por QUEIROZ et alii (1978) quando estudaram amostras de sementes oriundas de lavouras mecanizadas no Estado do Para

nã. Eles constataram, após testes de vigor, que mesmo as sementes que não apresentaram danos visíveis foram seriamente afetadas em decorrências das fraturas. Em consequência, a qualidade das sementes foi depreciada e sua comercialização impossibilitada.

Relação de Características Morfológicas da Soja com as Perdas na Colheita

Segundo QUEIROZ et alii (1978), as características morfológicas que afetam a daptação da lavoura de soja à colheita mecânica são a altura de planta, altura de inserção das primeiras vagens, número de ramificações, acamamento e diâmetro da haste. Estas características variam com a população, época de semeadura e cultivar, para um dado nível de fertilidade do solo.

A altura de planta é importante em virtude da sua relação com o controle de invasoras, acamamento e eficiência de colheita mecânica. Plantas baixas favorecem a formação de vagens muito próximas ao solo, dificultando a colheita mecânica, com o consequente aumento de perdas.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Perdas Referentes às Sementes Deixadas no Solo

O método utilizado na contagem das perdas é ilustrado na Figura 1 e transcrito a seguir, conforme sugestão apresentada por MESQUITA (1979):

O operador, após parar a colhedeira, recua de 4 a 5 metros, deixando uma faixa de área colhida entre a barra de corte da colhedeira e a lavoura não colhida. Tomando por base a linha divisória entre a área inda não colhida e a área colhida, caminha-se 2 ou 3 passos para dentro da área não colhida e coloca-se uma armação rústica (feita de madeira, corda etc.) cuja área interna seja possível dimensionar e onde as extremidades laterais menores (sugere-se 1 metro), fiquem exatamente no meio de duas linhas consecutivas de plantas. Neste ponto (posição **A** na Figura), contam-se as sementes livres e as sementes dentro das vagens sobre o solo, no interior da armação e se tem as perdas antes da colheita. Tomando-se novamente a linha divisória citada anteriormente, caminham-se 2 passos em direção à colhedeira e coloca-se a mesma ramação, ou outra armação com as mesmas dimensões, na posição **B** da Figura 1 e se faz a contagem de sementes perdidas (sementes livres sobre o solo, sementes dentro de vagens livres no solo dentro de vagens presas na parte da haste que não foi cortada). Para diminuir os erros de amostragem, sugere-se efetuar pelos menos 5 medições em cada posição e trabalhar com as médias. Portanto, a média de 5 amostras tomadas na posição **B**, menos a média de 5 amostras tomadas na posição A, dará a perda causada pela ação dos mecanismos da plataforma de corte. Para medir as perdas totais e as perdas causadas pelos mecanismos internos da colhedeira, toma-se como referência a parte traseira da colhedeira na posição em que parou após recuar para se efetuarem as medidas em **A** e **B**. A partir deste ponto, caminha-se aproximadamente 20 passos, afastando-se da colhedeira e se coloca a armação no chão na posição **C**. Com a média de 5 amostras, tem-se a perda total em **C**. A perda pelos mecanismos internos se obtém subtraindo, da média de C, a média em B.

Em alguns casos, é possível que a média na posição **C** seja menor que a média na posição B. Embora teoricamente seja impossível esta ocorrência, na prática isto pode acontecer por erro de amostragem ou de contagem, e indicará, entre outras razões, que a colhedeira está com boa regulagem dos mecanismos internos, isto é, separação e limpeza. Com a maior dificuldade de se fazer a contagem na posição **C** devido à mistura com a palha eliminada pela colhedeira, é comum perder algumas sementes na contagem naquela posição.

Para se calcular a perda em kg/ha, usa-se a seguinte fórmula:

$$\text{Perda em kg/ha} = \frac{N \times P}{S \times 10}$$

onde:

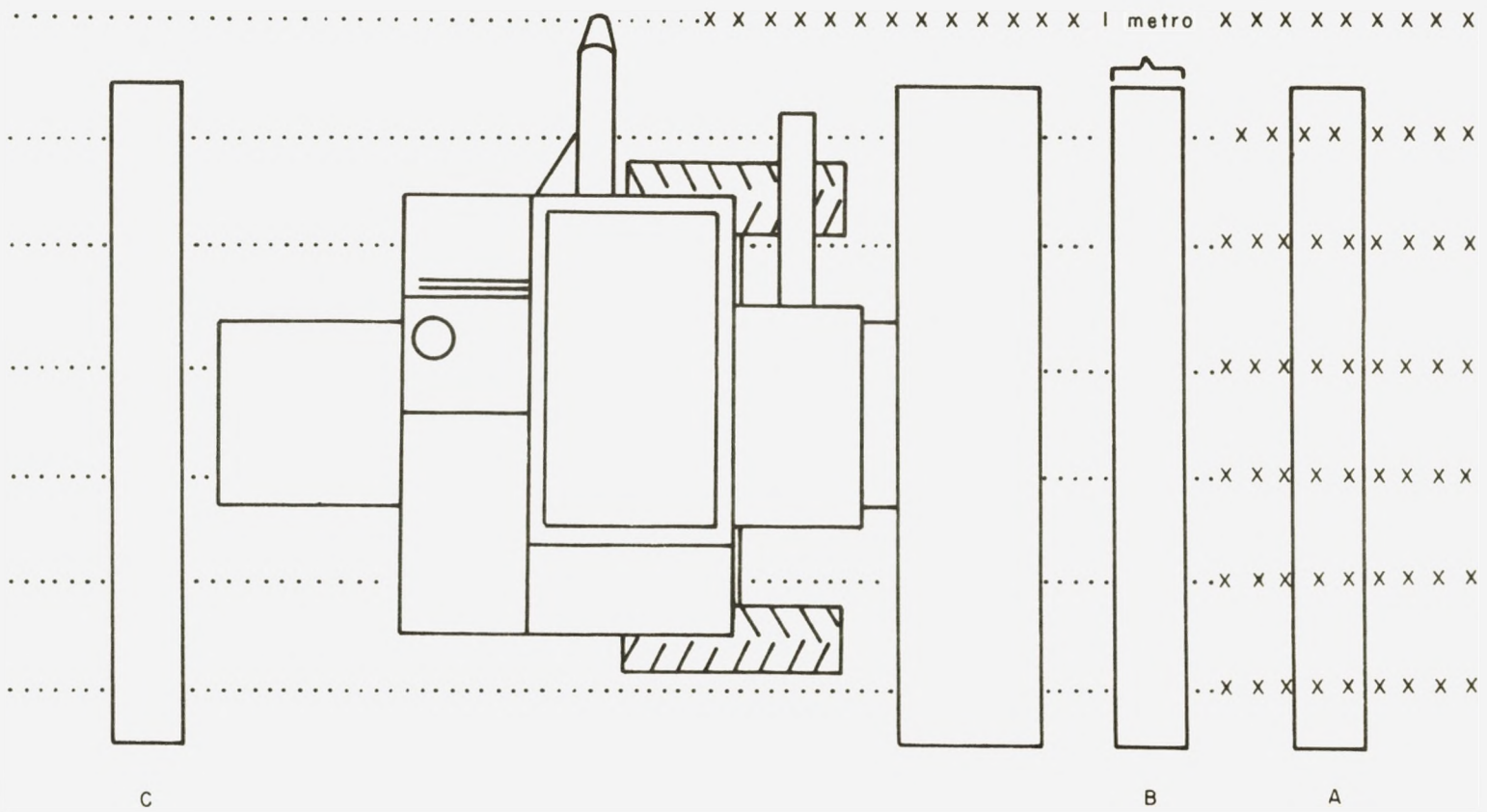


FIGURA 1 - Esquema de contagem das perdas

N = número de sementes perdidas no interior da armação
P = peso, em gramas, de 100 sementes
S = área interna da armação, em m^2

Para se calcular a perda em sacos/ha, usa-se a fórmula:

$$\text{Perda em sacos/ha} = \frac{N \times P}{S \times 600}$$

Querendo-se as perdas em sacos/alqueire, utiliza-se a fórmula:

$$\text{Perda em sacos/alqueire} = \frac{N \times P \times 2,42}{S \times 600}$$

2. Análise de Danos Mecânicos

2.1. Amostragem

A coleta de sementes, para análise dos danos mecânicos, foi realizada em todas as propriedades visitadas. Em cada parada da colhedeira, para se efetuar a contagem das perdas, foi coletada uma amostra de aproximadamente 1 kg, do tanque graneleiro e outra amostra colhida e debulhada manualmente.

No material colhido, tanto mecânica como manualmente, determinou-se o teor de umidade e, posteriormente, realizou-se a homogeneização das cinco amostras de cada tipo para os testes de germinação e vigor.

2.2. Teste de Germinação

O teste de germinação foi executado de acordo com as "Regras para Análise de Sementes" (1976), sendo utilizadas 200 sementes de cada amostra. A temperatura no germinador foi de 25°C e se utilizou, como substrato, o papel-toalha, marca xuga.

2.3. Teste de Vigor e Energia Germinativa (Tetrazólio)

Este teste foi realizado conforme metodologia preconizada por MOORE (em 1962), sendo utilizadas 200 sementes, através de 4 repetições de 50.

2.4. Armazenagem

Uma parte de cada amostra foi armazenada para novos testes de germinação e de vigor após 8 meses. Sabe-se que os efeitos latentes, que porventura não se manifestaram por ocasião dos primeiros testes, poderão ocorrer após esse período de armazenamento.

3. Efeito do Teor de Umidade

Para se analisar o efeito do teor de umidade sobre as perdas e a qualidade fisiológica das sementes, foram consideradas três faixas de umidade:

Faixa 1: Sementes com teor de umidade menor que 11,5%
Faixa 2: Sementes com teor de umidade igual ou maior que 11,5% e menor que 14%
Faixa 3: Sementes com teor de umidade igual ou maior que 14%

Estes valores foram estabelecidos por concentrarem um número de propriedades praticamente igual em cada faixa e por estarem próximos de valores utilizados em outros estudos para determinar faixas de umidade ideal para a colheita.

4. Características Morfológicas da Soja

Os dados sobre as características morfológicas da soja, que têm influên

cia sobre as perdas, foram registrados em cada parada da colhedeira para a contagem de perdas. Assim sendo, foram adotadas médias de 5 a 10 medidas de cada característica em cada parada da colhedeira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 41 propriedades visitadas foi encontrado o índice de perdas de 7 sacos/alqueire. A análise dos dados mostrou perdas de 6,7 sacos/alqueire nas lavouras produtoras de sementes fiscalizadas. As propriedades produtoras de grãos mostraram perdas de 7,8 sacos/alqueire. Considerando-se que 25 das lavouras visitadas produziam sementes e que 19,5% da área de soja do Estado do Paraná é ocupada com esta atividade, a perda média atingiu a 7,6 sacos/alqueire, ou 10,2% em relação à produtividade do Paraná de 1830 kg/ha - estimativa para a safra de 1978/79.

A Figura 2 ilustra a distribuição das perdas, onde 84,8% foram causadas pelos mecanismos da plataforma de corte. Os mecanismos de trilha, separação e limpeza foram responsáveis por 12% das perdas, ficando as perdas antes da colheita com 3,2%. Desta forma, os resultados confirmam que a plataforma de corte é a maior responsável pelas perdas na colheita da soja.

A análise das perdas causadas pela ação das plataformas de corte, equipadas com barras convencionais e com barras flexíveis, mostrou que não há diferença estatística significativa entre ambas (Quadro 1). Entretanto, a análise estatística, comparando a altura de corte de ambas, apresentou diferença altamente significativa. Os valores médios das perdas causadas pelos dois tipos de barras foram de 356 e 321 sementes/3,9m^2. Portanto, uma diferença de 35 sementes a menos para as barras flexíveis. Neste estudo, os resultados concordam com as observações de TATE & NAVE (1973) e MESQUITA & HANNA (1979) sobre as características das barras flexíveis que anulam a vantagem de cortar mais próximo do solo.

Comparando-se os níveis de perda na plataforma de corte, relacionados com 3 faixas de umidade, concluiu-se que as perdas na faixa 1 foram significativamente maiores que as perdas nas faixas 2 e 3 (Quadro 2). Comparando-se estas duas últimas faixas de umidade, não foi constata diferença estatística significativa, embora, curiosamente, o valor médio das perdas da faixa 3 fosse maior que o da faixa 2. Fenômeno semelhante foi constatado, também de maneira inesperada, por WEEKS et alii (1975) quando estudavam as forças de fechamento da sutura da vagem da soja, relacionada com teores de umidade. Eles concluíram que a força de fechamento é pequena em vagens úmidas, aumentam rapidamente com a secagem e novamente decrescem quando as vatens se tornam muito secas.

A análise de 41 amostras indicou diferenças altamente significativas no teste de tetrazólio (energia germinativa e vigor) entre sementes de soja colhidas mecânica e manualmente, conforme análise de variância e valores médios contidos nos Quadros 3, 4 e 5. Por outro lado, o teste normal de germinação nao apresentou diferença significativa entre os dois tratamentos (Quadros 3 e 6). Entretanto, diferenças de germinação poderão ocorrer após o período de armazenamento previsto, quando os efeitos latentes dos danos mecânicos se evidenciam. Com efeito, BAUDET et alii (1978) reportaram a maior evidência dos danos mecânicos após o período de 180 dias de armazenamento, além de comentarem a menor sensibilidade do teste de germinação na avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

A análise do efeito do teor de umidade sobre a qualidade fisiológica das sementes apresentou diferença altamente significativa entre a faixa 1 às demais, tanto na germinação como no teste tetrazólio (energia germinativa e vigor). As faixas 2 e 3, que apresentaram os melhores resultados, não foram diferentes entre si em nenhum dos fatores estudados, embora os valores médios da faixa 2 principalmente de vigor, fossem superiores aos valores médios da faixa 3 (Quadro 7 e Figura 3). Fato semelhante é comentado por DELOUCHE (1974), que sugere uma faixa de umidade para colheita entre 12,5% e 14,5%, destacando que o aumento dos danos é acentuado abaixo de 12,5% e acima de 14,5%. Entretanto, aquele autor deixa claro que o teor de umidade mais conveniente para a colheita da soja ainda é

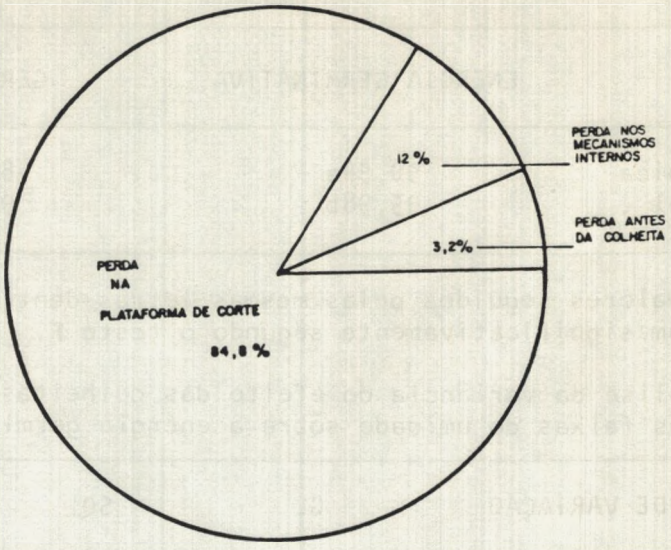


FIGURA 2 - Distribuição das perdas de colheita

QUADRO 1 - Análise de variância das perdas na plantaforma causadas por barras de corte flexíveis e convencionais.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Total	39	616,667		
Tratamento	1	12,024	12,024	0,75
Resíduo	38	604,643	15,911	

OBS.: Não foram incluídos os dados de perdas de um propriedade que utilizava barra flexível, por serem consideradas elevados, acima do normal.

QUADRO 2 - Análise de variância do efeito de três faixas de umidade sobre as perdas na plantaforma de corte.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Total	40	618,300		
Tratamento	2	140,327	70,163	5,57**
Resíduo	38	477,972	12,578	

** Pelo menos 1 tratamento é diferente ao nível de 1%

QUADRO 3 - Valores médios das percentagens de germinação, energia germinativa e vigor das sementes obtidas com colheitas manual e mecânica.

TRATAMENTO	ENERGIA GERMINATIVA	GERMINAÇÃO	VIGOR
Colheita Mecânica	90,54a	87,64a*	82,34a
Colheita Manual .	95,98b	90,13a	89,88b

* Os valores seguidos pelas mesmas letras dentro de cada coluna não diferiram significativamente segundo o teste **F**.

QUADRO 4 - Análise da variância do efeito das colheitas manual e mecânica e de três faixas de umidade sôbre a energia germinativa das sementes.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Total	81	7913,62		
Tratamento	1	606,45	606,45	8,63**
Umidade	2	1862,02	931,01	13,26**
Tratamento x Umidade	2	110,48	55,24	0,78
Resíduo	76	5334,65	70,19	

** As diferenças foram altamente significativas (Nível de 1%)

QUADRO 5 - Análise de variância do efeito das colheitas manual e mecanica e de três faixas de umidade sobre o vigor das sementes.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Total	81	16424,01		
Tratamento	1	1164,40	1164,40	7,97**
Umidade	2	4117,26	2058,63	14,09**
Tratamento x Umidade	2	39,23	19,61	0,13
Resíduo	76	11103,11	146,09	

** As diferenças foram altamente significativas (Nível de 1%)

QUADRO 6 - Análise de variância do efeito das colheitas manual e mecânica e de três faixas de umidade sôbre a germinação das sementes.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Total	81	10071,49		
Tratamento	1	201,68	201,68	1,86
Umidade	2	1592,13	796,06	7,35**
Tratamento x Umidade	2	54,06	27,03	0,25
Resíduo	76	8223,61	108,20	

** As diferenças foram altamente significativas (Nível de 1%)

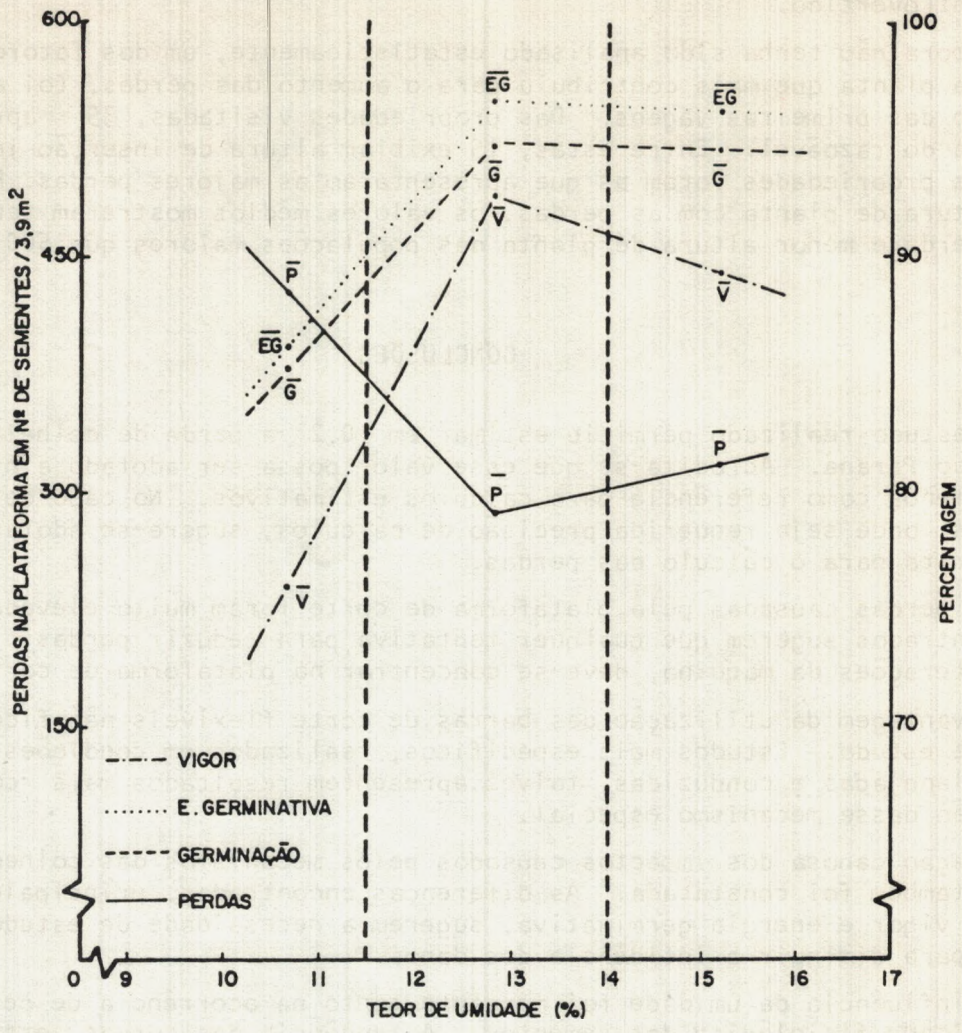


FIGURA 3 - Distribuição gráfica dos valores médios das perdas na plataforma de corte, de germinação, de energia germinativa e de vigor em três faixas de umidade.

QUADRO 7 - Valores médios das perdas na plataforma de corte, de germinação, da energia germinativa e do vigor das sementes em três faixas de umidade.

Faixas de Umidade (%)	Perdas na Plataforma (Nº de Sementes)*	Germinação (%)	TETRAZÓLIO	
			Energia Germinativa (%)	Vigor (%)
Umidade < 11,5	426a§	85,2a	86,2a	75,9a
11,5 ≤ Unidade < 14	286b	94,8b	96,7b	92,6b
Umidade ≥ 14	318b	94,5b	96,2b	89,2b

* Valores encontrados em área média de 3,9 m^2

§ Os valores seguidos pelas mesmas letras dentro de cada coluna, não diferiram, siginificativamente, ao nível de 5%, segundo o teste de Duncan

um dado controvertido.

Embora não tenha sido analisado estatisticamente, um dos fatores característicos da planta que mais contribuiu para o aumento das perdas, foi a altura de inserção das primeiras vagens. Das propriedades visitadas, 35 apresentaram perda acima do razoável. Entre estas, 15 exibiam altura de inserção inferior a 15cm. Essas propriedades foram as que apresentaram as maiores perdas. Relacionando-se a altura de planta com as perdas, os valores médios mostraram tendência para maior perda e menor altura de planta nas populações maiores que 500.000 plantas/ha.

CONCLUSÕES

O estudo realizado permitiu estimar em 10,2% a perda de colheita de soja no Estado do Paraná. Acredita-se que esse valor possa ser adotado a nível nacional, pelo menos como referência para cálculos estimativos. No caso de estudos específicos, onde seja requerida precisão de cálculos, sugere-se adotar a metodologia descrita para o cálculo das perdas.

As perdas causadas pela plataforma de corte foram muito elevadas. Os números encontrados sugerem que qualquer tentativa para reduzir perdas, relacionadas com alterações da máquina, deve-se concentrar na plataforma de corte.

A vantagem da utilização das barras de corte flexíveis não ficou evidenciada neste estudo. Estudos mais específicos, realizados em condições experimentais bem planejadas e conduzidas, talvez apresentem resultados mais conclusivos sobre a ação desse mecanismo especial.

A ação danosa dos impactos causados pelos mecanismos das colhedeiras às sementes, também foi constatada. As diferenças encontradas, principalente nos índices de vigor e energia germinativa, sugerem a necessidade de estudos mais específicos para diminuir a incidência dos danos.

A influência da umidade foi marcante tanto na ocorrência de perdas quanto na qualidade fisiológica das sementes. A tendência das curvas estabelecidas pelos valores médios desses fatores parecem confirmar que, realmente, existe uma faixa ótima de umidade para a realização da colheita com efeitos reduzidos sobre as perdas, o vigor, a energia germinativa e a germinação.

Quanto às características da planta, relacionadas com perdas, as observações confirmaram a expectativa de que a altura de inserção das primeiras vagens foi a que mais correlacionou com o índice de perdas. Portanto, a condução da lavoura para favorecer boa altura de inserção das primeiras vagens é uma prática recomendável para a redução das perdas na colheita.

LITERATURA CITADA

ANÔNIMO. Soybean-savers that pay. *Form Industry News*. July/August: 9 - 11. 1977.

BAUDET, L.; POPINIGIS, F. & PESKE, S. Danificações mecânicas em sementes de soja (Glycine Max L. Merrill) transportadas por um sistema de elevador-secador. *Revista Brasileira de Armazenamento*. Viçosa, MG. 70 p. 1978.

COELHO, R.C. Efeito imediato de danos mecânicos em sementes de soja (Glycine Max L. Merrill). *Semente:* 8-9 1974.

DELOUCHE, J. C. *Maintaining Soybean Seed Quality. Soybean Production, Marketing and Use*. Bulletin Y-64, Tennesse Valley Authority. *Muscle Shoals, Al.* 1974. 187 p.

DUNN, W.E.; NAVE, W.R. & BUTLER, B.J. Combine header component losses in soybeans. *Transaction of the ASAE*. 16 (6): 1032-1035. 1973.

HOAG, D.L. Proterties related to soybean shatter. *Transaction of the ASAE* 15(3): 494-497. 1972.

LAMP, B.J.; JOHNSON, W.H. & JARKNESS, K.A. Soybean Harvesting losses approaches to reduction. *Transaction of the ASAE*. 4(2): 203-205. 1961.

LAMP, B.J.; JOHNSON, W.H. & HARKNESS, K.A. *Soybean Harvesting-Approaches to Improve Harvesting Efficiencies*. Ohio Agricultural Experiment Station, 1962.

MESQUITA, C.M. *Colheita da Soja: Avaliação e Prevenção de Perdas*. Resumo das Palestras proferidas por ocasião da Festa da Soja. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, EMBRAPA. *Londrina, PR:* 1979. 65-75.

MESQUITA, C.M. & HANNA, M.A. Belt conveyor system to reduce soybean harvester gathering losses. *Transactions of the ASAE*. 22(2): 243-245, 250. 1979.

MOORE, R.P. TZ checks your seed quality. *Crops and Soils* 15(1): 10-12. 1962.

NAVE, W.R.; TATE, D.E. & BUTLER, B.J. Combine hearders for soybeans.*Transactions of the ASAE*. 15(4): 632-635. 1972.

NAVE, W.R.; TATE, D.E.; BUTLER, J.L. & YOERGER, R.R. *Soybean Harvesting USDA-ARS-NC-7*. 1973. 11p.

POPINIGIS, F. *Fisiologia de Sementes*. AGIPLAN, Brasilia, DF. 1977. 289 p.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; PEREIRA, L. A.G.; BIANCHETTI, A. & YAMASHITA, J. *Recomendações Técnicas para a Colheita da Soja*. EMBRAPA, 1978. 32 p.

QUICK, G.R. *Analysis of the Combine Header and Design for the Reduction of Gathering loss in Soybeans*. Ph.D. Thesis. Iowa State University Ames, Iowa. 1972.

QUICK, G.R. Laboratory analysis of the combine header. *Transactions of the ASAE*. 16(1): 5-12. 1973.

QUICK, G.R. & BUCHELE, W.F. Reducing combine gathering losses in soybeans. *Transactions of the ASAE*. 17(6): 1123-1129. 1974.

REGRAS PARA ANÁLISES DE SEMENTES. *Departamento Nacional de Produção Vegetal* Equipe Técnica de Sementes e Mudas, Ministério da Agricultura, Brasilia, DF 1976. 188 p.

SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. *Modern Soybean Production*. S & A Publications, Champaign, Illinois. 1970. 192 p.

TATE, D.E. & NAVE; W.R. Air-conveyor hader for soybean harvesting. *Transactions of the ASAE*. 16(1): 37-39. 1973.

WEEKS, S.A.; WOLFORD, J.C. & KLEIS, R.W. A tensile testing method for de termining the tendency of soybean pods to dehisce. *Transactions of the ASAE*.18(3): 471-474, 481. 1975.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO OBTIDO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DOS PROCESSOS SEMI-MECANIZADO E MANUAL DE COLHEITA DO AMENDOIM (Arachis hypogaea L.).

L.C. Beduschi*
N.C. Santos**

RESUMO

O presente trabalho teve por fim determinar a eficácia operacional de uma Trilhadora estacionária, modelo FMVAH-1, desenvolvida pelo Autor, confrontando-a com o trabalho manual.

Comparando-se estatisticamente suas características de desempenho com as do trabalhador braçal, a Trilhadora FMVAJ-1 revelou-se bastante eficiente apresentando 82% de vagem presente na composição do produto colhido, contra os 65% apresentados pelo trabalho manual.

SUMMARY

The presente work was carried out to settle the operational efficiency of a stationary Trashing-machine, pattern FMVAJ-1 developed by the Author, in comparison to the manual work.

Statistically comparing their characteristics ot the performance with the manual worker, the Trashing-machine, pattern FMVAJ-1, manifested efficient enough, showing 82% of pods in the composition of the harvested product, against 65% showed by the manual work.

INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim concentra-se quase que exclusivamente nos Estados de São Paulo e Paraná, que têm respondido, nos últimos anos, por quase 90% da produção nacional. Por localizar-se em regiões de agricultura desenvolvida, ela sofre grande concorrência de outras atividades, o que tem motivado tendência declinante na área de plantio, exceção feita ao ano agrícola 1975/76, quando a produção brasileira foi prevista em 546,6 mil toneladas.

Dentre outros fatores que têm causado a redução da área plantada, LEME (1967) destaca a colheita, operação agrícola que se tem apresentado como fator limitante a uma expansão acentuada da cultura.

Para CORDEIRO (1971) as propriedades produtoras possuem áreas reduzidas 5 a 25 hectares - exploradas por arrendatários e parceiros, ou com estes auxiliados por assalariados. Tal fato se explica porquanto a cultura exige um emprego excessivo de mão-de-obra, o que limita sua expansão, quer pelo alto custo do trabalho manual (cerca de 20% do custo total de produção), quer pela falta de trabalhadores.

Esses fatos propiciaram a concepção, o projeto, a construção e os ensaios de uma trilhadora de Amendoim acoplada ao engate de três pontos do trator e acionada pela TDP (tomada de potência).

(*) Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, "Campus" de Jaboticabal - UNESP

(**) Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - USP.

O objetivo do presente trabalho é determinar, através de um estudo analítico, a qualidade do trabalho desenvolvido por uma Trilhadora estacionária, modelo FMVAJ-1, quando comparado com o trabalho manual.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cultura do Amendoim: As plantas submetidas à operação de batedura encontravam-se arrancadas e dispostas em linhas no próprio campo, apresentando uma conposição uniforme, no que se refere às quantidades de: vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem aberta e vagem chocha) e teor de matéria seca, segundo as amostragens efetuadas.

Trilhadora de Amendoim, modelo FMVAJ-1: Trata-se de uma máquina, cuja estrutura é de madeira, tendo 1850mm de comprimento, 1000mm de largura e 1800mm de altura. Apresenta numa das extremidades uma moega de alimentação e, na outra oposta, uma abertura que permite a liberação da parte aérea da planta (palha).

As principais partes componentes da Trilhadora são:

a) batedor principal, provido de dentes de aço implantados radialmente em sua periferia

b) batedor auxiliar, provido de dentes de aço implantados radialmente em sua periferia. O sentido de rotação é inverso ao do batedor principal e a finalidade da inversão é possibilitar uma vazão uniforme das plantas que vão ter ao batedor principal e contrabatedor

c) um contrabatedor constituído por uma grade metálica recurvada, envolvendo a metade inferior do batedor principal. As vagens, pela ação dos dentes, são despencadas, e, após atravessarem os crivos da grade são sumetidos à ação de um jacto de ar que promove a remoção do material inerte

d) um ventilador dotado de uma estrutura triangular onde se fixam as pás

e) uma esteira transportadora, constituída por uma correia sem-fim, montada sobre polias, que se posiciona na parte inferior trazeira da máquina.

O acionamento e transporte da Trilhadora de Amendoim, modelo FMVAJ-1, foram obtidos pela utilização de um trator marca MASSEY-FERGUSON*, modelo 65x.

Instrumento de Medidas: Durante a realização dos ensaios e após sua realização, alguns instrumentos de medidas foram utilizados, tais como: balanças de diferentes capacidades, corrente de agrimensor e cronômetro.

Equipamentos Especiais: Após a realização dos ensaios, a determinação de alguns parâmetros se fez mediante a utilização de alguns equipamentos específicos, tais como: germinador de sementes, estufa, moinho a martelo e dissecador.

Delineamento Experimental: Adotou-se o delineamento experimental, inteiramente casualizado com dois tratamentos e onze repetições.

Foram definidos os tratamentos **A** e **B**, caracterizados por dois processos de colheita do amendoim, a saber:

Tratamento **A** - Processo de colheita semi-mecanizado, que utiliza a Trilhadora Modelo FMVAJ-1

Tratamento B - Processo de colheita manual.

(*) As marcas e modelos de máquinas e implementos citados neste trabalho não implicam em qualquer recomendação pelo autor.

Avaliação da Composição das Plantas Submetidas à Betedura

Ao serem iniciados os ensaios, procedia-se à coleta de algumas plantas, que deveriam ser submetidas à batedura. Tal amostragem era feita em locais onde as plantas se encontravam, ou na meda, ou na linha, dependendo do processo de colheita considerado. Pequenas quantidades de plantas eram coletadas em 5 ocasiões diferentes, sendo posteriormente acondicionadas em um único recipiente.

As amostras coletadas em todos os ensaios eram encaminhadas ao laboratório, onde eram pesadas e, em seguida, tinham suas partes componentes separadas e pesadas individualmente, atribuindo-se-lhes índices percentuais.

Avaliação do Teor de Matéria Seca das Plantas Submetidas à Batedura

Para a determinação do teor de umidade das plantas submetidas à batedura no início de cada ensaio, efetuava-se uma amostragem que consistia em colotar em cinco oportunidades diferentes, pequenas quantidades de material que eram imediatamente colocadas em sacos plásticos fechados hermeticamente e levadas ao laboratório onde eram pesadas. A seguir, eram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar regulada a 60^0C, até peso constante, após o que se permitia que as amostras equilibrassem a umidade com a do meio ambiente (24 horas) e eram pesadas novamente. À diferença de pesagem, expressa em percentagens, designou-se matéria seca parcial. Toda a amostra após a pesagem foi moída em moinho a martelo, através de peneira com crivo de 5mm para uniformização e homogeinização da mesma. Desta, efetuou-se uma sub-amostragem, cerca de 100 gramas que foi levada à estufa a 105^0C até peso constante e, em seguida, levada ao dessecador para esfriar e posterior pesagem. À diferença das pesagens, expressa em percentagem, designou-se 2ª Umidade. A umidade absoluta foi obtida pelo produto da matéria seca parcial pela 2ª matéria seca, dividido por cem.

Apreciação do Produto Colhido na Bica ou Balaio

A amostragem do material colhido realizou-se de forma bastante simples. Com o uso de sacos plásticos coletava-se, na bica ou balaio, em cinco ocasiões diferentes, pequenas quantidades de material que eram reunidas em um recipiente de maior capacidade.

O material coletado nos diversos ensaios era encaminhado ao laboratório, onde era pesado e, em seguida, tinha suas partes componentes separadas e pesadas individualmente, atribuindo-se-lhes índices percentuais.

Avaliação do Poder Germinativo das Sementes Oriundas das Vagens Coletadas

Realizou-se o teste de germinação de acordo com as recomendações do Ministério da Agricultura, através das Regras para Análise de Sementes (1967). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Análise Estatística

Os dados obtidos para os diferentes parâmetros estudados nos dois processos de colheita, foram analisados separadamente.

As diferenças entre os tratamentos foram indicadas através de análise de variância, empregando-se o Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de variância e o Teste F foram realizados com os dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$ ou $\sqrt{x + 0,5}$; quando expressos por porcentagens.

RESULTADOS E DISCUSÕES

Dados relativos à Composição das Plantas submetidas à Batedura nos Ensaios

As plantas submetidas à batedura encontravam-se com quantidades variáveis de vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e teor de matéria seca.

Os Quadros de nº. 1 ao nº 3, que se seguem, sumarizam tal composição para cada tratamento.

QUADRO 1 - Porcentagem de vagem presente na composição das plantas submetidas à batedura.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	22,8	19,8	27,4	21,3	26,6	23,8	27,0	26,9	17,0	28,2	23,9	24,06	29,32
B	27,8	28,9	26,3	23,4	22,7	24,7	26,3	23,8	25,3	21,8	26,7	25,24	30,14

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	3,7393	3,7393	0,92 (n.s.)
RESÍDUO	20	81,4861	4,0743	
TOTAL	21	85,2254		

C.V. = 6,7895

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

QUADRO 2 - Porcentagem de material inerte (rama, folha, terra, vargem chocha) presente na composição das plantas submetidas à batedura.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	77,2	80,2	72,6	78,7	73,4	76,2	73,0	73,1	83,0	71,8	76,1	75,94	60,68
B	72,2	71,1	73,7	76,6	77,3	75,3	73,7	76,2	74,7	78,2	73,3	74,76	59,86

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	3,7393	3,7393	0,92 (n.s.)
RESÍDUO	20	81,4861	4,0743	
TOTAL	21	85,2254		

c.v. = 3,3490

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

QUADRO 3 - Porcentagem de matéria seca das plantas submetidas à batedura.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	87,4	86,7	87,1	86,8	88,4	81,6	87,2	83,8	84,9	88,2	84,7	86,07	68,13
B	80,8	86,2	86,9	85,0	85,2	85,8	87,3	83,5	83,5	82,4	87,7	84,93	67,20

1 - Dados tranformados em arc sen$\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	4,6736	4,6736	1,62(n.s.)
RESÍDUO	20	57,7488	2,8874	
TOTAL	21	62,4224		

c.v. = 2,5109

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

Analisando-se os Quadros de números 1 a 3, nos quais é aumarizada a composição das plantas submetidas à batedura em todos os ensaios e os respectivos quadros de análise de variância, observa-se que não houve diferença significativa para a variação da composição das plantas submetidas à batedura no que diz respeito aos teores de vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e matéria seca.

Os Quadros de números 1 a 3 indicam, para a planta, uma composição média da seguinte ordem:

- vagem 24,65%
- material inerte 75,35%
- matéria seca 85,50%

Dados Relativos à Apreciação do Produto Colhido na Bica ou Balaio

O produto colhido na bica ou balaio, apresentou-se composto por quantidades variáveis de vagem, semente e material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha, vagem aberta).

Os Quadros que se seguem, de números 4 a 6, sumarizam tal composição para os tratamentos A e B.

QUADRO 4 - Porcentagem de vagem presente na composição do produto colhido.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	81,2	82,0	84,1	87,8	78,9	81,5	83,6	85,9	80,3	79,7	76,9	81,99	64,97
B	84,4	63,1	58,5	77,4	68,8	71,4	58,9	57,2	60,1	56,3	58,2	64,93	53,91

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	672,4480	672,4480	32,74 **
RESÍDUO	20	410,7610	20,5380	
TOTAL	21	1.083,2090		

s = 4,5318 c.v. = 7,6247

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do teste F é indicada, respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

QUADRO 5 - Percentagem de semente, presente na composição do produto colhido.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	1,5	0,7	0,3	1,3	0,1	1,2	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	0,90	5,27
B	1,8	0,2	0,2	0,5	1,2	0,9	1,0	0,6	1,1	1,3	1,4	0,93	5,28

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	0,0011	0,0011	0,0004 *
RESÍDUO	20	52,4336	2,6216	
TOTAL	21	52,4347		

s = 1,6191 c.v. = 30,6659

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

QUADRO 6 - Porcentagem de material inerte (rama, terra, vagem chocha, vagem aberta) presente na composição do produto colhido.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	17,3	17,3	15,6	10,9	21,0	17,3	15,6	13,1	18,6	19,3	22,1	17,1	24,34
B	13,8	36,7	41,3	22,1	30,0	27,7	40,1	42,2	38,7	42,4	40,4	34,14	35,50

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	685,8938	685,8938	31,11**
RESÍDUO	20	440,9858	22,0492	
TOTAL	21	1.126,8796		

s = 4,6956 c.v. = 15,6945

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados dos Quadros 4 e 6 indicam que houve efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para a variação das quantidades de vagem e de material inerte presentes na composição do produto colhido

Em ambos os casos, a significância de F indicou maior eficiência do sistema de ventilação da Trilhadora em relação ao tabalho manual no que concerne assim aos teores de vagem e de material inerte presentes na composição do produto colhido na bica ou balaio.

A análise estatística dos dados do Quadro 4 mostra, ainda, que a diferença significativa entre os valores obtidos para a percentagem de vagem presente na composição do produto colhido, confirmam a eficácia do sistema de despensamento da Trilhadora, em relação ao trabalho manual.

Conforme se observa pela análise de variância do Quadro 5, houve efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade, para a variação da quantidade de semente presente na composição do produto colhido na bica ou balaio.

A significância de F indicou menor injúria provocada às vagens pelo sistema de despencamento da Trilhadora, em relação à injúria praticada pelo processo manual.

Esse aspecto assume importância porque se sabe que o armazenamento do produto em nosso País, é predominantemente realizado sob a forma de amendoim em casca e as vagens que venham a sofrer danos mecânicos, assim como as sementes liberadas, ficam sujeitas ao ataque da praga de grãos armazenados Corcyra cephalonica Stain, que só não ataca os frutos intactos, conforme demonstram estudos realizados por CARMONA (1958). Tal observação é corroborada por GALLO et alii (em 1970), ao afirmar que no amendoim descascado o ataque se verifica em qualquer região do grão e, muitas vezes, as lagartas se introduzem no seu interior, ao passo que o amendoim com casca perfeita não é atacado por essa praga.

Estudos realizados por DICKENS e KHALSA (1967) indicam que, quando os frutos são inoculados com Aspergillus flavus Link, as sementes de vagens quebradas e as sementes descascadas são mais facilmente contaminadas pela aflotoxina, durante a secagem e a armazenagem, do que o são as sementes que se encontram dentro das vagens intactas.

Dados Relativos ao Poder Germinativo das Sementes Oriundas das Vagens Coletadas na Bica ou Balaio

Os resultados obtidos se encontram no Quadro 7, na página seguinte.

QUADRO 7 - Porcentagem de Germinação das Sementes Oriundas das Vagens Colhidas nos dois Processos de Batedura

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	77,5	90,0	95,0	100,0	82,5	95,0	75,0	97,5	90,0	100,0	97,5	90,90	75,09
B	79,5	77,5	95,0	62,5	70,0	100,0	70,0	75,0	87,5	97,5	60,0	79,50	65,33

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	524,3	524,3	3,98 (n.s.)
RESÍDUO	20	2.629,7	131,4	
TOTAL	21	3.154,0		

c.v. = 16,3318

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

A análise de variância dos dados do Quadro 7 indica que não houve efeito significativo para a variação do poder germinativo das sementes oriundas das vagens coletadas nos ensaios.

CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

1. A análise de amostras do material submetido à batedura, tendo em vista as porcentagens de: vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e matéria seca, mostrou-se necessária para estudos da qualidade do trabalho desenvolvido nos dois processos de colheita, nas condições dos ensaios.

2. O material submetido à batedura apresentou uma composição uniforme em todos os ensaios, tendo-se em conta os teores de vagem, material inerte (rama folha, terra, vagem chocha) e matéria seca.

3. A Trilhadora estacionária, Modelo FMVAJ-1, apresentou melhor qualidade de trabalho do que o processo manual no que se refere aos teores de vagem, material inerte e semente presentes na composição do produto colhido.

LITERATURA CITADA

CARMONA, M.M. A Entomofauna dos produtos armazenados. *Corcyra cephalomica* - (Staint). (Lepidoptera, Pyralidae). Junta de Investigação do Ultramar, Portugal, 1958. 127 pp.

CORDEIRO, S. Equipos maniseros Argentinos trabajan en Brasil, *Boletim Informativo Manisero*, Cordoba, 5(24): 19-20. 1971.

DICKENS, J.W. e KHALSA, J.S. Windrow orientation and harvesting damage to peanuts. *Oleagineux*, 12 (234): 741-746. 1967.

EQUIPE TÉCNICA DE SEMENTES E MUDAS. *Regras para análise de sementes*. Escritório de Produção Vegetal, Ministério da Agricultura. 1967.

GALLO, D.; NAKANÒ, D.; WIENDL, F.M.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L. *Manual de Entomologia*, Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 1970.

LEME, H.A. A tratorização da Agricultura Brasileira. In: *Curso de Engenharia Agrícola*. Fazenda Ipanema. Sorocaba, 1967. 15 pp.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO OBTIDO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE DOIS PROCESSOS MECÂNICOS DE COLHEITA DO AMENDOIM (Arachis hypogaea L.)

L.C. Beduschi*
N.C. Santos**

RESUMO

O presente trabalho tem por fim determinar a eficácia operacional de uma Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG", de procedência argentina, confrontando-a com uma Trilhadora Estacionária, modelo FMVAJ-1.

Comparando-se estatisticamente suas características de desempenho com as da Trilhadora modelo FMVAJ-1, a Recolhedora apresentou uma eficácia operacional qualitativa, que deixa muito a desejar, uma vez que, nas condições dos ensaios, constatou-se a presença de 72,70% de vagem na composição do produto colhido, contra os 82,0% apresentados pela Trilhadora.

SUMMARY

This work was carried out to settle the operational efficiency of a Peanut Collector mark "BONSIG", from Argentina in comparison with a stationary Trashing-machine, pattern FMVAJ-1.

Statistically comparing their characteristics on the performance with the Trashing-machine, pattern FMVAJ-1, the Collector showed a qualitative operational efficiency, that it is far from being what one might wish, in essay conditions, it was established the presence of 72,70% of pods on the composition of harvested product, against 82,0% showed by a Trashing-machine.

INTRODUÇÃO

Os Estados de São Paulo e Paraná respondem por aproximadamente 90% da produção nacional de amendoim.

A operação de colheita, segundo LEME (1967), se apresenta como fator limitante a uma expansão acentuada desta leguminosa em nosso País.

Estudos são sugeridos por ETTORI e FALCÃO (1965), visando a adaptação de colhedoras de amendoim já desenvolvidas e utilizadas com sucesso na Argentina e nos Estados Unidos, como ponto de partida para a introdução de máquinas que possibilitem a multiplicação da produtividade do trabalhador.

RAMOS (1964) alerta que não seria aconselhável e talvez fosse contraproducente a introdução imediata de máquinas combinadas mais adiantadas, de elevado rendimento, enquanto não se evoluir das áreas mínimas atuais, para as plantações médias.

Esses fatos propiciam a elaboração do presente trabalho cujo objetivo é determinar, através de um estudo analítico, a qualidade do trabalho desenvolvido por uma Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG" de procedência argentina, quando comparada com uma Trilhadora estacionária, modelo FMVAJ-1, desenvolvido pelo Autor.

(*) Prof. Assistente Dr. do Departº de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. "Campus" de Jaboticabal - UNESP
(**) Prof. Assistente Dr. do Departº de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - USP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cultura do Amendoim: As plantas submetidas à operação de batedura encontravam-se arrancadas e dispostas em linhas no próprio campo, apresentando uma composição uniforme, no que se refere às quantidades de: vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem aberta e vagem chocha) e teor de matéria seca, segundo as amostragens efetuadas.

Trilhadora de Amendoim, Modelo FMVAJ-1: Trata-se de uma máquina cuja estrutura é de madeira, tendo 1850mm de comprimento, 1000mm de largura e 1800mm de algura. Apresenta, numa das extremidades, uma moega de alimentação e, na outra, oposta, uma abertura que permite a liberação da parte aérea da planta (palha).

As principais partes componentes da Trilhadora são:

a) batedor principal, provido de dentes de aço implantados radialmente em sua periferia

b) batedor auxiliar, provido de dentes de aço implantados radialmente em sua periferia. O sentido de rotação é inverso ao do batedor principal e a finalidade da inversão é possibilitar uma vazão uniforme das plantas que vão ter ao batedor principal e contrabatedor.

c) um contrabatedor constituído por uma grade metálica recurvada, envolvendo a metade inferior do batedor principal. As vagens, pela ação dos dentes, são despencadas e, após atravessarem os crivos da grade, são submetidas à ação de um jacto de ar que promove a remoção do material inerte.

d) um ventilador dotado de uma estrutura triangular onde se fixam as pás.

e) uma esteira transportadora, constituída por uma correia sem-fim, montada sobre polias, que se posiciona na parte inferior trazeira da máquina.

Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG"

Trata-se de uma máquina que possui 7900mm de comprimento, 2400mm de largura e 3400mm de altura. Apresenta, em uma das extremidades, um sistema recolhedor e, na outra, oposta, uma abertura que permite a liberação da palha.

A máquina é acoplada à barra de tração do trator, sendo acionada pelo eixo da tomada de potência (T.D.P.).

As principais partes componentes da máquina "BONSIG" são:

a) um sistema recolhedor de altura regulável, que efetua o levantamento do amendoim encordoado e o deposita em uma esteira, que o transporta ao interior da máquina.

b) um batedor cilíndrico, em cuja superfície se encontram fixadas séries de dentes equidistantes,segundo a geratriz do mesmo.

c) um contrabatedor, constituído por um conjunto de dentes fixos, que se posicionam a distância regulável do cilindro batedor, acompanhando a curvatura deste.

d) um sistema de peneiras e ventilação que tem, por finalidade, separar as vagens do amendoim, das ramas, folhas, terra, cascas e vagens chochas, as quais são lançadas ao solo.

e) um elevador de canecas, que é responsável pela elevação das vagens até a plataforma de ensaque, onde se alojam os operários encarregados de ensacá-las; e

f) uma rampa de descarga, constituída por um plano inclinado, onde os sacos de aniagem, depois de cheios e costurados, são colocados para que, deslizando, venham ter ao solo onde permanecem até que sejam re

colhidos.

O acionamento e transporte da Trilhadora de Amendoim, modelo FMVAJ-1, e da Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG", foram obtidos pela utilização de um trator marca MASSEY-FERGUSON*, modelo 65 X.

Instrumentos de Medidas: Durante a realização dos ensaios e após a sua realização, alguns instrumentos de medidas foram utilizados, tais como: balanças de diferentes capacidades, corrente de agrimensor e cronômetro.

Equipamentos Especiais: Após a realização dos ensaios, a determinação de alguns parâmetros se fez mediante a utilização de alguns equipamentos específicos, tais como: germinador de sementes, estufa, moínho a martelo e dessecador.

Delineamento Experimental: Adotou-se o delineamento experimental, inteiramente casualizado com dois tratamentos e onze repetições.

Foram definidos os tratamentos **A** e B, caracterizados por dois processos de colheita do amendoim, a saber:

Tratamento A - Processo de colheita que utiliza a Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG"

Tratamento **B** - Processo de colheita que utiliza a Trilhadora de Amendoim modelo FMVAJ-1.

Avaliação da Composição das Plantas Submetidas à Batedura: Ao serem iniciados os ensaios, procedia-se à coleta de algumas plantas que seriam submetidas à batedura. Tal amostragem era feita em locais onde as plantas se encontravam, ou na meda, ou na linha, dependendo do processo de colheita considerado. Pequenas quantidades de plantas eram coletadas em cinco ocasiões diferentes, sendo posteriormente acondicionadas em um único recipiente.

As amostras coletadas em todos os ensaios eram encaminhadas ao laboratório, onde eram pesadas e, em seguida, tinham suas partes componentes separadas e pesadas individualmente, atribuindo-se-lhes índices percentuais.

Avaliação do Teor de Matéria Seca das Plantas Submetidas à Batedura: Para a determinação do teor de umidade das plantas submetidas à batedura, no início de cada ensaio, efetuava-se uma amostragem, que consistia em coletar, em cinco oportunidades diferentes, pequenas quantidades de material que eram imediatamente colocadas em sacos plásticos fechados hermeticamente e levadas ao laboratório onde eram pesadas. A seguir, eram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar regulada a 60°C, até peso constante, após o que se permitia que as amostras equilibrassem a umidade com a do meio ambiente (24 horas) e eram pesadas novamente. À diferença das pesagens, expressa em percentagens, designou-se matéria seca parcial. Toda a amostra, após a pesagem, foi moída em moínho a martelo, através de peneira com crivo de 5mm para uniformização e homogeinização da mesma. Desta, efetuou-se uma sub-amostragem, cerca de 100 gramas que foi levada à estufa, a 105°C, até peso constante e, em seguida, levada ao dessecador para esfriar e posterior pesagem. À diferença das pesagens, expressa em percentagem, designou-se 2ª Umidade. A umidade absoluta foi obtida pelo produto da matéria seca parcial pela 2ª matéria seca, dividido por cem.

Apreciação do Produto Colhido: A amostragem do material colhido realizou-se de forma bastante simples. Com o uso de sacos plásticos, coleta-se, em 5 ocasiões diferentes, pequenas quantidades de material, que eram reunidas em um recipiente de maior capacidade.

O material coletado nos diversos ensaios era encaminhado ao laboratório, onde era pesado e, em seguida, tinha suas partes componentes separadas e pesadas

---

(*) As marcas e modelos de máquinas e implementos citados neste trabalho não implicam em qualquer recomendação pelo Autor.

individualmente, atribuindo-se-lhes índices percentuais.

Avaliação do Poder Germinativo das Sementes Oriundas das Vagens Coletadas: Realizou-se o teste de germinação, de acordo com as recomendações do Ministério da Agricultura, através das Regras para Análise de Sementes (1967). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Análise Estatística: Os dados obtidos para os diferentes parâmetros estudados nos dois processos de colheita, foram analisados separadamente.

As diferenças entre os tratamentos foram indicadas através de análise de variância, empregando-se o Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de variância e o Teste F foram realizados com os dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$ ou $\sqrt{x + 0,5}$.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Dados Relativos à Composição das Plantas Submetidas à Batedura nos Ensaios: As plantas submetidas à batedura encontravam-se com quantidades variáveis de vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e teor de matéria seca

Os Quadros de nºs. 1 a 3, que se seguem, sumarizam tal composição para cada tratamento.

QUADRO 1 - Procentagem de vagem presente na composição das plantas submetidas à batedura

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	24,9	27,1	25,2	29,3	26,1	31,8	30,8	26,6	26,6	21,3	21,6	26,48	30,93
B	22,8	19,8	27,4	21,3	26,6	23,8	27,0	26,9	17,0	28,2	23,9	24,06	29,32

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	14,3210	14,3210	2,67 (n.s.)
RESÍDUO	20	107,3029	5,3651	
TOTAL	21	121,6239		

c.v. = 7,6891

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

QUADRO 2 - Porcentagem de material inerte (rama, terra, vagem chocha) presente na composição das plantas submetidas à batedura.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	75,1	72,9	74,8	70,7	73,9	68,2	69,2	73,4	73,4	78,7	78,4	73,52	59,07
B	77,2	80,2	72,6	78,7	73,4	76,2	73,0	73,1	83,0	71,8	76,1	75,94	60,68

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	14,3210	14,3210	2,67 (n.s.)
RESÍDUO	20	107,3029	5,3651	
TOTAL	21	121,6239		

c.v. = 3,8684

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

QUADRO 3 - Porcentagem de matéria seca das plantas submetidas à batedura.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	86,6	89,2	86,4	87,2	89,5	86,7	87,9	88,4	88,4	86,8	80,2	87,02	68,96
B	87,4	86,7	87,1	86,8	88,4	81,6	87,2	83,8	84,9	88,2	84,7	86,07	68,13

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	3,7310	3,7310	1,08 (n.s.)
RESÍDUO	20	69,1594	3,4579	
TOTAL	21	72,8904		

c.v. = 2,7128

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

Analisando-se os Quadros de nºs. 1 a 3, nos quais é sumarizada a composição das plantas submetidas à batedura em todos os ensaios e os respectivos quadros de análise de variância, observa-se que não houve diferença significativa para a variação da composição das plantas submetidas à batedura no que diz respeito ao teores de vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e matéria seca.

Os Quadros de números 1 a 3 indicam, para a planta, uma composição média da seguinte ordem:

- vagem 25,27%
- material inerte 74,73%
- matéria seca 85,55%

Dados Relativos à Apreciação do Produto Colhido: O produto colhido apresentou-se composto por quantidades variáveis de vagem, semente e material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha, vagem aberta).

Os Quadros que se seguem, de números 4 a 6, sumarizam tal composição para os tratamentos **A** e **B**.

QUADRO 4 - Porcentagem de vagem presente na composição do produto colhido.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	75,3	78,5	74,4	74,2	78,5	78,2	69,8	69,9	70,1	66,7	64,1	72,70	58,58
B	81,2	82,0	84,1	87,8	78,9	81,5	83,6	85,9	80,3	79,7	76,9	81,99	64,97

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	224,3210	224,3210	28,42 **
RESÍDUO	20	157,8823	7,8941	
TOTAL	21	382,2033		

s = 2,8096 c.v. = 4,5483

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do teste F é indicada, respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

QUADRO 5 - Porcentagem de sementes presente na composição de produto colhido.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	7,9	5,7	4,5	5,8	4,1	5,7	9,2	12,0	11,8	12,4	12,7	8,34	16,48
B	1,5	0,7	0,3	1,3	0,1	1,2	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	0,90	5,27

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem.}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	691,3767	691,3767	91,73 **
RESÍDUO	20	150,7416	7,5370	
TOTAL	21	842,1183		

s = 2,7453 c.v. = 25,2363

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

QUADRO 6 - Porcentagem de material inerte (rama, folha, vagem chocha, vagem aberta) presente na composição do produto colhido

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	16,8	15,8	21,1	20,0	17,4	16,1	21,0	18,1	18,1	20,9	23,2	18,96	25,77
B	17,3	17,3	15,6	10,9	21,0	17,3	15,6	13,1	18,6	19,3	22,1	17,10	24,34

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	11,3185	11,3185	2,37 (n.s.)
RESÍDUO	20	95,5554	4,7777	
TOTAL	21	106,8739		

s = 2,1558 c.v. = 8,7248

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

A análise de variância dos dados do Quadro 4, indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da quantidade de vagem presente na composição do produto colhido.

A significância de F indicou maior eficiência do sistema de ventilação da Trilhadora em relação ao da Recolhedora, no que diz respeito aos teores de vagem presentes na composição do produto colhido; indica, ainda, uma eficácia maior do sistema de despencamento de Trilhadora em relação a idêntico sistema da Recolhedora.

Conforme se observa pela análise de variância do Quadro 5, houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da quantidade de

semente presente na composição do produto colhido.

A significância de F indicou menor injúria provocada às vagens pelo sistema de despensamento da Trilhadora, em relação ao sistema de despencamento da Recolhedora.

Os trabalhos conduzidos em Jaboticabal confirmam, experimentalmente, as observações efetuadas por RAMOS (1964) ao estudar o desenvolvimento da mecanização da colheita do amendoim na República Argentina, quando afirma que a necessidade e a pressão da urgência de uso de máquinas, marcaram uma das características atuais da produção: a má qualidade do produto.

Analisando-se os problemas relativos ao armazenamento do produto que no Brasil é predominantemente realizado sob a forma de amendoim em casca, a má qualidade do produto assume aspectos de maior gravidade tendo em vista o fato de que a praga de grãos armazenados *Corcyra cephalonica* Stain, só não ataca os frutos intactos, conforme estudos realizados por CARMONA (1958). Tal observação é corroborada por GALLO et alii (1970), ao afirmar que, no amendoim descascado, o ataque se verifica em qualquer região do grão e muitas vezes as lagartas se introduzem no seu interior, enquanto o amendoim com casca perfeita não é atacado por essa praga.

GRATÃO (1972) realizando um trabalho de levantamento da frequência de pragas de produtos armazenados em armazéns do município de Jaboticabal, constata que a traça *Corcyra cephalonica* Stain, praga mais frequente do amendoim armazenado, teve uma frequência considerável mesmo não estando o amendoim entre os produtos armazenados.

Estudos realizados por DICKENS e KHALSA (1967) indicam que, quando os frutos são inoculados com *Aspergillus flavus* Link, as sementes de vagens quebradas e as sementes descascadas são mais facilmente contaminadas pela aflotoxina, durante a secagem e a armazenagem, do que o são as sementes que se encontram dentro das vagens intactas.

Os problemas de deterioração do produto com o uso de combinadas, segundo RAMOS (1964), tendem a se agravar em anos anormais, como foi para a Argentina o de 1964, quando o grau de deterioração do produto foi tão elevado a ponto de sofrer um deságio no preço de venda da ordem de 25% do valor do preço básico.

A análise de variância dos dados do Quadro 6 indica que não houve efeito significativo para a variação da quantidade de material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha, vagem aberta) presente na composição do produto colhido.

Dados Relativos ao Poder Germinativo das Sementes Oriundas das Vagens Coletadas:

Os resultados obtidos se encontram no Quadro 7.

QUADRO 7 - Porcentagem de germinação das sementes oriundas de vagem colhidas nos dois processos de batedura

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA	MÉDIA 1
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º		
A	97,5	77,5	87,5	87,5	80,0	77,5	92,5	90,0	72,5	97,5	87,5	86,13	69,14
B	77,5	90,0	95,0	100,0	82,5	95,0	75,0	97,5	90,0	100,0	87,5	90,90	75,09

1 - Dados transformados em arc sen $\sqrt{\text{porcentagem}}$

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	194.9518	194.9518	2.41 (n.s.)
RESÍDUO	20	1.615.9542	80.7977	
TOTAL	21	1.810.9060		

c.v. = 12.4641

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do teste F é indicada por (n.s.)

A análise de variância dos dados do Quadro 7 indica que não houve efeito significativo para a variação do poder germinativo das sementes oriundas das vagens coletadas nos ensaios.

CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

1. A análise de amostras do material submetido à batedura, tendo em vista as porcentagens de: vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e matéria seca, mostrou-se necessária para estudos da qualidade do trabalho desenvolvido nos dois processos de colheita, nas condições dos ensaios.
2. O material submetido à batedura apresentou uma composição uniforme em todos os ensaios, tendo-se em conta os teores de vagem, material inerte (rama, folha, terra, vagem chocha) e matéria seca.
3. A Trilhadora estacionária, modelo FMVAJ-1, apresentou maior eficiência operacional do que a Recolhedora marca "BONSING", no que se refere aos teores de vagem e semente presentes na composição do produto colhido.

LITERATURA CITADA

CARMONA, M.M. A Entomofauna dos produtos armazenados. *Corcyra cephalonica* - (Staint). (Lepidoptera, Pyralidee). Junta de Investigação do Ultramar, Portugal. 1958. 27 p.

CORDEIRO, S.Equipos maniseros Argentinos trabajan en Brasil. *Boletim Imformativo Manisero*, Cordoba, 5(24): 19-20. 1971.

DICKNS, J.W. e KHALSA, J.S. Windrow orientation and harvesting damage to peanuts. *Oleagineux*, 12(234): 741-746. 1967.

EQUIPE TÉCNICA DE SEMENTES E MUDAS *Regras para análise de sementes*. Escritorio de Produção Vegetal, Ministério da Agricultura. 1967.

ETTORI, O.J.T. e FALCÃO, M.J. Aspectos Econômicos de produção de amendoim em São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, XII (3 e 4): 1-48. 1965.

GALLO, D.; NAKANO, D.; WIENDL, F.M.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L. *Manual de Entomologia*, Editora Agronômica Ceres, São Paulo.

GRATÃO, J.L. Levantamento da frequência de traças em produtos armazenados e perdas quantitativas e qualitativas em milho devido às traças *Sitotroga cerealella* (Olivier 1789)e *Plodia interpunctella* (Huebner, 1813). Jaboticabal, FMVAJ, 1972. 47 p. (Trabalho de Graduação).

LEME, H.A. A tratorização da Agricultura Brasileira. In: *Curso de Engenharia Agrícola*. Fazenda Ipanema, Sorocaba. 1967. 15 p.

RAMOS, I. Observações sobre a mecanização da colheita de amendoim na República - Argentina. *Relatório de Viagem*. São Paulo, 1964. 37 pp.

EXIGÊNCIAS DE MÃO-DE-OBRA E DE ATIVIDADE MECÂNICA EM DOIS PROCESSOS DE COLHEITA DO AMENDOIM (Arachis hypogaea L.)

L.C. Beduschi*
N.C. Santos**

RESUMO

O presente trabalho teve, por fim, estudar as necessidades de mão-de-obra e de atividade mecânica em dois processos de colheita do amendoim.

Para tanto, confrontou-se o processo que utiliza uma Recolhedora de Amendoim, de procedência argentina, marca "BOSING" com o que usa uma Trilhadora estacionária, modelo FMVAJ-1, desenvolvida pelo Autor.

Comparando-se estatisticamente as exigências de mão-de-obra e de atividade das máquinas, nas diversas operações que integram os dois processos distintos de colheita do amendoim, constatou-se que o processo que utiliza a Recolhedora tem capacidade de operar 1,18 hectare/hora, necessitando do emprego de 11,92 horas-homem/hectare, enquanto que o processo que utiliza a Trilhadora opera 0,67 hectare/hora, demandando o emprego de 27,43 horas-homem/hectare.

SUMMARY

This work was carried out to study the requirement of manual work and mechanical activity in two peanuts harvest methods

It was compared the method using a Collector of peanuts, from Argentina, mark "BOSING" and a stationary Trashing-machine, pattern FMVAJ-1, developed by the author.

Statistically comparing the requirement of manual work and the machines activity, on different operations that complete the two methods of peanuts harvest, it was found out that the method using the Collector. Has capacity to accomplisd 1,18 hectare/h. requiring the employment of 11,92 h-man/hectare, while the method using the Trashing-machine accomplishes 0,67 hectare/h, requiring the employment of 27,43 h-man/hectare.

INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim concentra-se quase que exclusivamente nos Estados de São Paulo e Paraná que respondem por aproximadamente 90% da produção nacional

São adotados diversos processos de exploração da cultura e dentre eles, cita-se: o motomecanizado (T.M), o de tração animal (T.A) e a combinação de ambos (T.M.A). Aliás, a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (1977) considera esses procesos de exploração quando estabelece a estimativa do custo operacional por hectare e por unidade de produção da cultura do amendoim para as condições do Estado.

(*) Prof. Assistente Dr. do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, "Campus" de Jaboticabal - UNESP.

(**) Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - USP.

Em qualquer um dos processos considerados, ainda se praticam os trabalhos manuais, principalmente na colheita onde ainda é reduzido o grau de mecanização.

A operação manual de levantamento das vagens e seu despencamento, constitui-se em fator limitante à expansão das áreas cultivadas com amendoim.

Para LEME (1967), há que se dispôr de máquinas que possibilitem a multiplicação da produtividade do trabalhador, para possibilitar o aumento da área plantada, bem como para aumentar a área das propriedades produtoras de amendoim.

ETTORI e FALCÃO (1965), sugerem estudos visando a adaptação de máquinas colhedoras de amendoim, já desenvolvidas e aplicadas com sucesso na Argentina e nos Estados Unidos, como ponto de partida visando a introdução dessas máquinas, no Estado de São Paulo.

Partindo dessa sugestão, estudou-se o comportamento de uma Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG" de procedência Argentina, confrontando-a com uma Trilhadora Estacionária de Amendoim, Modelo FMVAJ-1, desenvolvida pelo Autor, no que diz respeito às exigências de mão-de-obra e de atividade das máquinas, nas diversas operações que integram os dois processos distintos de colheita do amendoim.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cultura do Amendoim:

As plantas submetidas à operação de batedura encontravam-se arrancadas e dispostas em linhas no próprio campo, apresentando uma composição uniforme, no que diz respeito às quantidades de vagens, material inerte (rama, folha, terra, vagem aberta e vagem chocha) e teor de matéria seca, segundo as amostragens efetuadas.

Trilhadora Estacionária, Modelo FMVAJ-1

Trata-se de uma máquina cuja estrutura é de madeira, tendo 1850mm de comprimento, 1000mm de largura e 1800mm de altura. Apresenta, numa das extremidades, uma moega de alimentação e, na outra, oposta, uma abertura que permite a liberação da parte aérea da planta (palha).

O acionamento e transporte de Trilhadora de Amendoim Modelo FMVAJ-1, foram obtidos pela utilização de um trator marca Massey-Ferguson* modelo 65X.

Recolhedora de Amendoim marca "BONSIG"

Trata-se de uma máquina que possui 7900mm de comprimento, 2400mm de largura e 3400mm de altura. Apresenta em uma das extremidades, um sistema recolhedor e, na outra, oposta, uma abertura que permite a liberação do material inerte

A máquina foi acoplada à barra de tração de um trator MF 65X, sendo acionada pelo eixo da tomada de potência.

Instrumentos de Medidas

Durante a realização dos ensaios e após sua realização, alguns instrumentos de medidas foram utilizados tais como: balanças de diferentes capacidades, - corrente de agrimensor e cronômetro.

Delineamento Experimental

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 2 tra

---

* As marcas e modelos de máquinas e implementos citados neste trabalho não implicam em qualquer recomendação pelo Autor.

tamentos e onze repetições.

Foram definidos os tratamentos A e B, caracterizados por dois processos de colheita do amendoim, a saber:

Tratamento A - Processo de colheita mecânica que utiliza a Trilhadora FM VAJ-1

Tratamento B - Processo de colheita mecânica que utiliza a Recolhedora "BONSIG"

Procedimentos Adotados durante os Ensaios

a) Processo de colheita mecânica que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.

Durante a realização dos ensaios envolvendo o processo de colheita mecânica que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1, foram adotados dois procedimentos descritos a seguir:

a.1 - Operação de amontoa manual:

Pelo emprego de três operários, munidos de sacos de aniagem vazios, unidos dois a dois, procedeu-se à coleta das plantas. As plantas coletadas eram dispostas em medas estrategicamente distribuídas na área anteriormente delimitada com o uso de estacas e medida com o uso de corrente de agrimensor. Além de se anotar a área coletada em m^2, procedeu-se a avaliação do tempo gasto, em minutos, para realizar esta operação. Isto posto, o trabalho era expresso em horas-homem por hectare.

a.2.- Operação de Batedura, Abanação e Ensaque

Estabelecida a meda, o conjunto: Trator e Trilhadora era deslocado para as proximidades da mesma. Um encerado era estendido no terreno, próximo à meda. O conjunto alojava-se sobre o encerado, a Trilhadora era acionada e tinha início a operação de batedura. A alimentação da máquina era feita por dois operários que, em movimentos alternados, encaminhavam as plantas através da moega.

Além dos operários encarregados de alimentar a Trilhadora, dois outros eram empregados nesta operação. Um deles com o auxílio de uma peneira recebia na bica o material abanado mecânicamente, ensacando-o a seguir. O outro, usando um forcado, efetuava uma separação grosseira do material que era liberado na extremidade oposta à da moega. Esse material era composto de vagens e impurezas e a separação das vagens se fazia manualmente com o uso de peneiras, por parte de dois operários, que lançando o material para o alto, submetiam-no à ação natural do vento, promovendo, desta forma, a liberação das impurezas e a retenção das vagens que eram ensacadas a seguir.

O tempo gasto para realizar cada operação era anotado, sendo o trabalho executado expresso em horas-homem por hectare e horas-máquina por hectare.

b) Processo de Colheita Mecânica que utiliza a Recolhedora "BONSIG"

Os ensaios de desempenho realizados com a máquina "BONSIG" envolveram 2 procedimentos distintos, a saber:

b.1 - Operação de Enteiramento ou Encordoamento

Com o emprego de dois operários, as plantas que se encontravam posicionadas em linha na própria cultura, foram reunidas para formar um agrupamento de plantas, a que RAMOS (1964) convenciona chamar: cordão ou fileita e corresponde ao ajuntamento de 3 a 6 linhas. A área encordoada em m^2, era anotada; bem como o tempo gasto, em minutos, para realizar esta operação. A seguir, o trabalho realizado era expresso em horas-homem por hectare.

b.2 - Operação de Batedura, Abanação e Ensaque

Após o estabelecimento do cordão, o conjunto Trator e Recolhedora era

deslocado a uma velocidade média de 3,20 kg/hora, de forma a permitir que o mecanismo recolhedor elevasse as plantas, colocando-as em contato com o sistema trilhador. Três operários eram utilizados nesta operação, distribuídos da seguinte forma: um era o responsável pela condução do trator e pela movimentação da alavanca de acionamento da Recolhedora; os outros dois se alojavam na plataforma de recebimento das vagens, sendo que um deles colocava, na bica, o saco vazio e o retirava cheio, e o outro costurava a boca do saco.

O tempo gasto para recolher um cordão de determinada extensão e constituído por um número determinado de linhas era criteriosamente anotado.

O trabalho executado era expresso em horas-homem por hectare e horas-máquina por hectare.

Análise Estatística

Os dados obtidos para os diferentes parâmetros estudados nos dois processos de colheita do amendoim, foram analisados separadamente.

As diferenças entre os tratamentos foram indicados através de análise de variância, empregando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Dados Relativos à Exigência de Mão-de-Obra para Realizar a Operação de Colheita

Os Quadros nºs. 1 e 2, e a Figura 1, expostos a seguir, demonstram as exigências de mão-de-obra para relizar cada tarefa que compõe a operação de colheita.

QUADRO 1 - Exigência de Mão-de-Obra para Realizar a Operação de Amontoa, em Horas-Homem por Hectare

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	23,17	18,02	11,44	8,12	19,23	16,82	21,42	17,44	19,14	25,37	17,64	17,98
B	9,15	7,74	8,08	9,59	9,98	9,36	8,60	9,15	10,25	10,44	10,69	9,36

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	408,3294	408,3294	33,05 **
RESÍDUO	20	247,1282	12,3564	
TOTAL	21	655,4576		
			s = 3,5151	c.v. = 25,7059

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados do Quadro 1 indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da quantidade de mão de-obra exigida para realizar a operação de amontoa nos dois processos de colheita do amendoim.

A análise estatística dos dados de exigência de mão-de-obra para realizar a operação de amontoa, evidencia que a quantidade de mão-de-obra necessária para realizar o processo de colheita que utiliza a Recolhedora (9,36 horas-homem por ha) equivale, praticamente, à metade da exigida no processo de colheita que utiliza a Trilhadora (17,98 horas-homem/ha).

Para DUKE (1960) o método de colheita em medas requer de 75 a 90 horas-homem/ha, ao passo que o método de colheita em cordões requer aproximadamente 1 sexta parte desse trabalho.

NORTJE (1967) afirma que o trabalho necessário para realizar a eliminação da terra aderida e confeccionar a meda atinge a 76 horas-homem/ha, e ao considerar o método de colheita totalmente mecanizado, afirma que o trabalho requerido para executar as tarefas de arrancamento e confecção dos cordões, atinge a 1,4 horas-homem/ha.

Os valores observados no presente trabalho, se confrontados com os obtidos por DUKE (1960) e por NORTJE (1967) dão margem a indagações face à discrepância que existe entre eles; entretanto, deve-se observar que os dados obtidos no Quadro 1 se referem a apenas uma das tarefas que compõem os processos e no caso do Tratamento A, não houve maiores preocupações com a posição relativa das vagens o que, seguramente, reduziu o tempo gasto na confecção da meda, visto que a operação de batedura se realizou a seguir.

Além do que, o próprio NORTJE (1967) ressalva que as avaliações conduzidas por técnicas da "Division of Agricultural Engineering Services" representam indicações estimadas como razoáveis, para condições semelhantes àquelas em que as mesmas foram realizadas, uma vez que o trabalho varia grandemente de região para região e mesmo de propriedade para propriedade.

Com relação ao Tratamento B, convém ressaltar que a confecção dos cordões foi realizada manualmente e as plantas já estavam arrancadas e dispostas em linhas no próprio campo, ao passo que nas avaliações citadas por NORTJE (1967) o arrancamento e o encordoamento foram executados a uma só vez e mecânicamente, e daí a disparidade.

QUADRO 2 - Exigência de Mão-de-Obra para Realizar a Operação de Batedura, Abanação e Ensaque, em Horas-Homens por Hectare

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	9,76	11,24	10,44	8,12	10,26	9,08	8,47	7,27	8,75	10,45	10,13	9,45
B	2,94	2,53	2,53	1,89	1,89	2,58	2,02	2,94	2,88	3,13	2,83	2,56

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	261,2343	261,2343	316,88 **
RESÍDUO	20	16,4879	0,8243	
TOTAL	21	277,7222		
			s = 0,9079	c.v. = 15,1178

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

OBS: No quadro de análise de variância, a significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados do Quadro 2, indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da quantidade de mão-de-obra exigida para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque nos dois processos de colheita do amendoim.

Os dados obtidos evidenciam que a quantidade de mão-de-obra necessária para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque, no processo de colheita que utiliza a Recolhedora (2,56 horas-homem/ha) equivale, praticamente, à quarta parte da exigida no processo de colheita que utiliza a Trilhadora (9,45 horas-homem/ha).

NORTJE (1967) ao citar avaliações conduzidas com o objetivo de quantificar a necessidade de mão-de-obra nas diferentes fases do processo semi-mecanizado de colheita de amendoim, afirma que para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque são necessários 17 horas-homem/ha, bem como frisa que o sistema totalmente mecanizado exige 2,8 horas-homem/ha para o recolhimento mecânico, batedura, abanação e ensaque.

Os dados obtidos no Quadro 2, se cotejados com os apontados por NORTJE (1967) apresentam certa semelhança no que diz respeito ao método de colheita que usa a Recolhedora, enquanto que evidenciam disparidade em relação ao método de colheita que utiliza a Trilhadora; esse fato talvez esteja relacionado com a diferente dimensão e disposição das medas no campo, o que confere maior ou menor rapidez na realização da tarefa.

A Figura 1, exposta a seguir, estabelece as exigências de mão-de-obra para realizar cada operação que compõe a colheita.

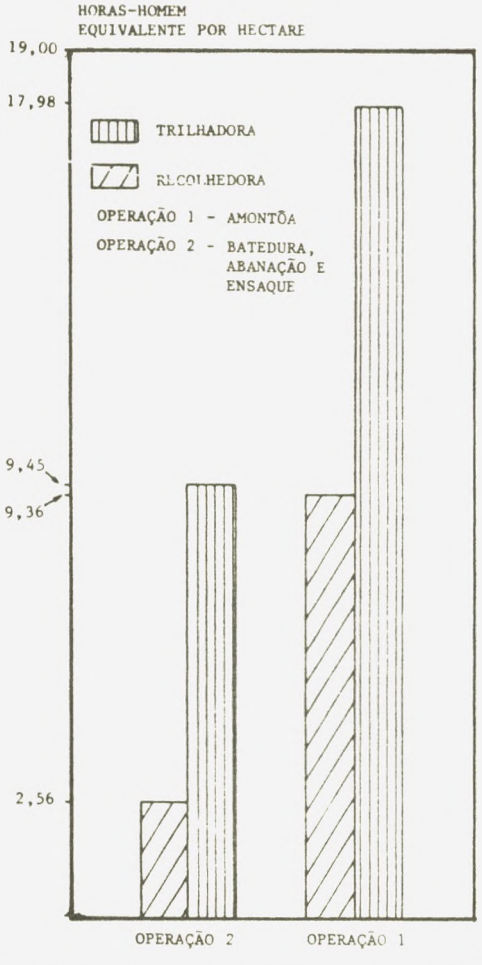


FIGURA 1 - Exigências de mão-de-obra para realizar a colheita do amendoim.

Dados Relativos à Exigência de Atividade Mecânica para Realizar a Operação de Colheita

Os resultados obtidos para os tratamentos A e B, encontram-se no Quadro 3 e na Figura 2.

QUADRO 3 - Exigência de Atividade Mecânica para Realizar a Operação de Batedura, Abanação e Ensaque, em horas-máquina por hectare.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	1,42	1,74	1,61	1,18	1,60	1,34	1,32	1,21	1,46	1,74	1,63	1,47
B	0,98	0,84	0,84	0,63	0,62	0,86	0,67	0,98	0,96	1,04	0,94	0,85

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	2,1578	2,1578	69,04 **
RESÍDUO	20	0,6251	0,0312	
TOTAL	21	2,7829		

s = 0,1767 c.v. = 15,1871

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada respectivamente por um (*) e dois (**) asteriscos.

BIBLIOTECA - UFPB. CAMPUS VII - PATOS - PB.

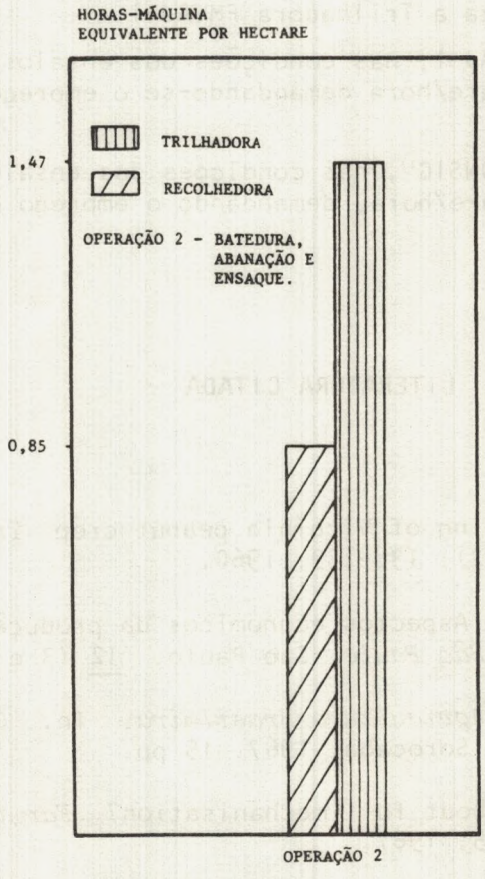


FIGURA 2 - Exigências de atividade mecânica para realizar a colheita do amendoim.

A análise de variância dos dados do Quadro 3, indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da quantidade de atividade mecânica exigida para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque nos dois processos de colheita de amendoim.

Os dados obtidos evidenciam que a quantidade de atividade mecânica necessária para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque no processo de colheita que utiliza a Recolhedora (0,85 horas-máquina/ha) equivale a 58% da quantidade exigida no processo de colheita que utiliza a Trilhadora (1,47 horas-máquina/ha).

CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

1. A operação de amontoa executada no processo de colheita que utiliza a Recolhedora "BONSIG", exige 9,36 horas-homem/hectare, o que representa 52% do trabalho necessário para realizar a mesma operação no processo de colheita que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.
2. A operação de batedura, abanação e ensaque executada no processo de colheita que utiliza a Recolhedora "BONSIG" exige 2,56 horas-homem / hectare, o que representa 27% do trabalho necessário para realizar a mesma operação no processo de colheita que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.
3. A exigência de atividade mecânica no processo de colheita que utiliza a Recolhedora "BONSIG" é de 0,85 horas-máquina/hectare, o que representa 58% do total necessário para desenvolver o processo de colheita que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.
4. A Trilhadora FMVAJ-1, nas condições dos ensaios, tem capacidade de operar 0,67 hectare/hora demandando-se o emprego de 27,43 horas-homem/hectare.
5. A Recolhedora "BONSIG", nas condições dos ensaios, tem capacidade de operar 1,18 hectare/hora, demandando o emprego de 11,92 horas-homem/hectare.

LITERATURA CITADA

DUKE, G.B. Mechanized harvesting of Virgínia peanut crop. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, Mich. 3(2): 138-139. 1960.

ETTORI, O.J.T. e FALCÃO, M.J. Aspectos econômicos da produção de amendoim em São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, 12 (3 e 4): 1-48. 1965.

LEME, H.A. *A tratorização da Agricultura Brasileira*. In: *Curso de Engenharia Agrícola*. Fazenda Ipanema, Sorocaba, 1967. 15 pp.

NORTJE, C. Groundnuts what about full mechanisation? *Farming in South Africa*. Pretoria, África, 37: 52-55. 1967.

RAMOS, I. *Observações sobre a Mecanização da Colheita de Amendoim na República Argentina*. Relatório de Viagem, São Paulo, 1964. 37 pp.

SECRETARIA DA AGRICULTURA. *Prognóstico 77/78*. Intituto de Econimia Agrícola, São Paulo.

ANÁLISE ECONÔMICA DE DOIS PROCESSOS MECÂNICOS DE COLHEITA DO AMENDOIM (Arachis hypogaea L.)

L.C. Beduschi*
N.C. Santos**

RESUMO

*O presente trabalho*** teve por fim determinar, através de um estudo analítico, o custo operacional de dois processos mecânicos de colheita do amendoim.

Para tanto, confrontou-se o processo que utiliza uma Recolhedora de amendoim marca "BONSIG" de procedência argentina, com o processo que utiliza uma Trilhadora estacionária, modelo FMVAJ-1, desenvolvida pelo Autor.

Comparando-se estatiscamente os custos do trabalho manual e das máquinas envolvidas nos dois processos distintos de colheita do amendoim, constatou-se que o custo de um hectare colhido através do processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1, é 21% superior ao custo de um hectare colhido através do processo que utiliza a Recolhedora "BONSIG." Tomando-se por base uma produção de 87 sacos/ha, constatou-se, também, que o custo estimado de colheita de um saco de 25 kg obtido através do processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1, é 26% superior ao custo da idêntica quantidade colhida no processo que utiliza a Recolhedora "BONSIG."

SUMMARY

The present work was carried out to verify, through an analytical study, the operational cost of two mechanical methods of Peanuts harvest.

It was compared the method using a Collector of Peanuts mark "BONSING" from Argentina, and the method using a stationary trashing-machine, pattern FMVAJ-1, developed by the Author.

Statistically comparing the cost of manual work and the machines used in two Peanuts harvest methods, it was found out that the cost of one hectare harvested by the method using a Trashing-machine FMVAJ-1, is 21% upper to the cost of one hectare harvested by a method using a Collector "BONSIG." Having a 87 sacks/ha yield, it was verified, that the regarded cost of one sack with 25 kg, obtained by the method using a Trashing-machine FMVAJ-1 is 26% upper to the cost of the same quantity harvested by the method using a Collector "BONSIG."

INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim, conquanto tenha um significado expressivo na economia brasileira, tem sua expansão condicionada ao aprimoramento da colheita e

---

(*) Prof. Assistente Dr. do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, "Campus" de Jaboticabal - UNESP.
(**) Prof. Assistente Dr. do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba - USP.
(***) Texto escrito em outubro de 1978.

operação agrícola, que se apresenta como fator limitante ao seu desenvolvimento.

Em virtude da predominância de áreas reduzidas na exploração do amendoim ainda é válida a observação de RAMOS (1964), de que não seria aconselhável e talvez fosse contraproducente, a introdução imediata de máquinas combinadas mais adiantadas. Para utilizarmos, no futuro, tais máquinas de elevado rendimento, deveremos evoluir das áreas mínimas atuais para as plantações médias.

Ao relatar estudos realizados por firmas brasileiras e argentinas visando introduzir, no Brasil, recolhedoras de amendoim de procedência argentina, CORDEIRO (1971) destaca o fato de que o amendoim, apesar da extensa área cultivada, é plantado em pequenas propriedades cujas áreas variam de 5 a 25 hectares, o que determina um emprego excessivo de mão-de-obra, limitando, consequentemente, a expansão da cultura quer pelo alto custo do trabalho manual, quer pela falta de trabalhadores.

O objetivo deste trabalho é determinar, através de um estudo analítico, o custo operacional de dois processos mecânicos de colheita do amendoim.

Na determinação do custo operacional de processos mecânicos de colheita, o custo do uso da maquinaria agrícola envolve o cômputo de fatores que não são, em si, muito variáveis, como demonstram os trabalhos de BARGER et alii (1966) e HUNT (1964), LEME (1954), CORREA (1965), LARSON (1960), MIALHE (1968), MIALHE (1974), SAAD (1976) e parecer da Comissão Técnica da Divisão de Maquinaria Agrícola, da "American Society of Agricultural Engineer", adotado em fevereiro de 1963 e publicado no "Agricultural Engineer Yearbook (1963)".

De acordo com tais trabalhos, de uma maneira geral, os seguintes fatores compõem as despesas fixas: depreciação, juros de investimentos, seguro e abrigo, sendo considerados como despesas variáveis os seguintes fatores: combustível, lubrificantes, reparos e manutenção. A bibliografia consultada, revela que as divergências existentes, por vezes, entre os autores se referem aos critérios de computação dos dados ocorrendo, em razão disso, porcentagens diferentes para a estimativa dos fatores considerados na determinação do custo de utilização da maquinaria agrícola.

Os critérios adotados por MIALHE (1968) foram, em linhas gerais, seguidos no presente trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cultura do Amendoim: As plantas submetidas à operação de batedura encontravam-se arrancadas e dispostas em linhas no próprio campo, apresentando uma composição uniforme, no que se refere às quantidades de vagens, material inerte (rama, folha, terra, vagem aberta e vagem chocha) e teor de matéria seca, segundo as amostragens efetuadas.

Trilhadora de Amendoim, Modelo FMVAJ-1: Trata-se de uma máquina, cuja estrutura é de madeira tendo 1850mm de comprimento, 1000mm de largura e 1800 mm de altura. Apresenta numa das extremidades uma moega de alimentação e, na outra oposta, uma abertura que permite a liberação da parte aérea da planta (palha).

O acionamento e transporte da Trilhadora de amendoim, Modelo FMVAJ-1 foram obtidos pela utilização de um trator marca MASSEY-FERGUSON**, modelo 65 X.

Recolhedora de Amendoim, marca "BONSIG": Trata-se de uma máquina que possui 7900mm de comprimento, 2400mm de largura e 3400mm de altura. Apresenta em uma das extremidades, um sistema recolhedor e, na outra, oposta, uma abertura, que permite a liberação de material inerte.

A máquina foi acoplada à barra de tração de um trator MF-65 X, sendo acionada pelo eixo da tomada de potência (T.D.P.)

(*) As marcas e modelos de máquinas e implementos citados neste trabalho não implicam em qualquer recomendação pelo Autor.

Instrumentos de Medida: Durante a realização dos ensaios e após sua realização, alguns instrumentos de medida foram utilizados, tais como: balanças de diferentes capacidades, corrente de agrimensor e cronômetro.

Dados Econômicos: Para determinações de ordem econômica foram utilizados os seguintes elementos: vida útil e horas de utilização anual das máquinas agrícolas (Apêndice **A**); gastos médios de reparações para máquinas agrícolas (Ver Apêndice **C**); preços de combustíveis e lubrificantes (Apêndice **D**); preço do trator MF-265***, eixo alto - CR$203.613,00 (Lista de Preço 56/78 de 11.8.78); valor da diária do trabalho manual - CR$68,00 (Prognóstico S.A. 77/78); valor da diária do tratorista - CR$102,00 (Prognóstico S.A. 77/78). Outras informações indispensáveis para efetuar as determinações de ordem econômica, foram obtidas junto a agricultores, como o valor da Recolhedora "BONSIG" (CR$96.000,00), ou estimadas pelo Autor, como o preço da Trilhadora FMVAJ-1 (CR$15.000,00). Além disso, o consumo de combustível foi determinado para cada processo de batedura (6,55 l/hora, em média, para o acionamento da Trilhadora e 10,1 l/hora, em média, para o acionamento da Recolhedora).

Delineamento Experimental: Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos e onze repetições.

Foram definidos os tratamentos **A** e **B**, caracterizados por dois processos de colheita do amendoim, a saber:

Tratamento **A** - Processo de colheita mecânica que utiliza a Trilhadora FM VAJ-1.

Tratamento **B** - Processo de colheita mecânica que utiliza a Recolhedora "BOSING."

Procedimentos Adotados durante os Ensaios: Os processos de colheita mecânica considerados, envolvem a realização de duas operações distintas, a saber: a) amontoa e b) batedura, abanação e ensaque. Ambas se realizaram graças à ação de máquinas e/ou de homens.

A área trabalhada em cada ensaio, o número de homens e o tempo gasto nas atividades manual e mecânica eram convenientemente anotados.

Determinação do Custo de uma Hora de Trabalho realizado pelo Trator: Para o trator, o cálcula das despesas previstas englobou:

a) Gastos Fixos:

- a.1. Depreciação
- a.2. Juros
- a.3. Alojamento
- a.4. Seguro

b) Gastos Variáveis:

- b.1. Combustível
- b.2. Lubrificantes
- b.3. Reparações.

a.1. Depreciação

Calculado pelo método da linha reta, que, segundo MIALHE (1968) é o método mais simples e difundido de cálculo de depreciação.

A taxa de depreciação anual é fornecida pela equação:

$$D = \frac{(C_i - C_f)}{V_u} \qquad (1)$$

(***) Adotou-se o preço do Trator MF-265, tendo em vista o fato desse modelo substituir o antigo modelo MF-65 X.

onde:

D = taxa de depreciação anual (CR$/ano)
C_i = custo inicial ou de aquisição (CR$)
C_f = custo final ou de rejeição (CR$)
V_u = vida útil do trator (anos).

O valor de C_f, de acordo com BARGER et alii (1966) pode ser tomado como equivalente a 10% de C_i, como custo final comercial.

LEME (1954) considera como bom o emprego do trator em mil horas de uso anual, e como valor básico para vida útil, dez mil horas. Tais considerações foram adotadas no presente trabalho.

a.2. Juros sobre o Capital

Determinaram-se taxas constantes de juros, igualmente distribuídas ao longo da vida útil do trator. A distribuição em parcelas constantes de juros aplicável à depreciação pelo método da linha reta, segundo LARSON (1960), pode ser obtida calculando-o sobre o investimento médio, englobando toda a vida útil do trator, através da equação:

$$I = \frac{(C_i + C_f)}{2} \cdot i \qquad (2)$$

onde:

I = valor do juro anual (CR$)
i = taxa de juros

As taxas de juros consideradas no País para aquisição de máquinas agrícolas, segundo a Resolução 416 do Banco Central do Brasil, de 25.01.77, variam de 13% a 21% ao ano. Adotou-se a taxa de 15% por ser a estabelecida pelo Banco Central em função do valor do trator.

a.3. Alojamento

O valor anual de 2% sobre o custo original do equipamento abrigado é sugerido por BARGER et alii (1966), para despesas com alojamento, quando não se conhecem dados precisos sobre o valor do mesmo. Adotou-se tal proposição no presente trabalho.

a.4. Seguro

Adotou-se a taxa de 1% sobre o custo de aquisição, conforme recomenda CORRÊA (1965).

b.1. Combustível

O consumo de combustível foi determinado através da utilização de um método bastante simples, consistindo em encher totalmente o tanque de combustível, acionar o motor do trator e depois de um determinado tempo tornar a completar o tanque. O combustível necessário para estabelecer o nível, foi o consumido no tempo estabelcido. Conhecendo-se o consumo de combustível em litros por hora, obtinha-se o valor da despesa, multiplicando-se esse dado pelo preço unitário.

b.2. Lubrificantes

Os lubrificantes líquidos (óleos) são consumidos pelo trator, devido às trocas realizadas periodicamente e devido à perda natural proveniente de sua queima nos motores.

O consumo de óleo lubrificante, devido às trocas periódicas, segundo MIALHE (1968), pode ser determinado pela equação:

$$C_{tp} = \frac{U_a}{T_r} \cdot Q \qquad (3)$$

onde:

C_{tp} = consumo anual devido às trocas periódicas (litros)
U^{a} = utilização anual do trator (horas)
T^{r} = intervalo de troca de óleo recomendado (horas)
Q = capacidade dos reservatórios dos lubrificantes (litros)

O consumo de óleo lubrificante devido à queima dos motores, pode ser determinado através do Quadro nº 2, de autoria de HUNT (1964), (Apêndice **B**).

Uma vez conhecido o consumo total de óleo lubrificante em uma hora de trabalho, obtinha-se a despesa com seu uso, multiplicando-o pelo preço de uma unidade.

Além dos óleos lubrificantes, o trator consome graxa, e segundo MIALHE (1968) os tratores agrícolas consomem de 40 a 60 gramas de graxa por hora de serviço, sob condições severas. Adotou-se no presente trabalho um consumo de 50 gramas.

De posse do preço de um kg de graxa, a despesa com seu uso em uma hora foi obtida multiplicando-se a quantidade consumida pelo preço de uma unidade.

b.3. Reparações

A adotação do Quadro nº 3 (Apêndice **C**) é proposta por MIALHE (1968), por relacionar gastos médios de reparações para tratores e máquinas agrícolas em termos de percentagem do custo inicial para cada cem horas de utilização e de porcentagem do custo inicial para uma vida útil limitada por rejeição devido a desgastes excessivos. Tal proposição foi adotada no presente trabalho.

Determinação do Custo de uma Hora de Trabalho Realizado pela Máquina não motora (Trilhadora FMVAJ-1 e Recolhedora BONSIG)

Para determinar o custo-hora de trabalho da máquina não motora, foram adotados critérios idênticos aos utilizados na avaliação do custo-hora do trator Computou-se como gastos fixos: amortização, juros, alojamentos e seguro; e como gastos variáveis: lubrificantes e reparações.

Determinação do Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado pelo Tratorista

A despesa com o tratorista foi considerada tendo como base a estimativa de Técnicos da Secretaria da Agricultura que fixaram o valor da diária do tratorista em CR$102,00, para o DIRA de Ribeirão Preto, conforme se observa no Prognóstico 77/78. Considerando uma jornada diária de 10 horas, o custo de 1 hora é obtido dividindo-se o valor da diária pelo número de horas.

Determinação do Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado pelo STA-1

O custo de uma hora de trabalho realizado pelo STA-1, que envolve a ação conjunta de: trator, Trilhadora FMVAJ-1 e Operador, constitui a soma das parcelas: custo-hora do trator, custo-hora da Trilhadora e custo-hora do Operador.

Determinação do Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado pelo STA-2

O custo de uma hora de trabalho realizado pelo STA-2 que envolve a ação conjunta de: trator, Recolhedora "BONSIG" e Operador, constitui a soma das parcelas: custo-hora do trator, custo-hora da Recolhedora e custo-hora do Operador.

Determinação do Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado por um Operário Braçal

A despesa com a mão-de-obra necessária à realização das diversas atividades manuais que integram os processos de colheita mecânica, foi considerada tendo como base a estimativa de Técnicos da Secretaria da Agricultura, que fixaram o valor da diário do trabalho manual em CR$68,00, para o DIRA de Ribeirão Preto,

conforme se observa no Prognóstico 77/78. Considerando uma jornada diária de 10 horas, o custo de uma hora é obtido dividindo-se o valor da diária pelo número de horas.

Determinação do Custo de Mão-de-Obra Necessária para Realizar as Operações de Amontoa e Batedura, Abanação e Ensaque, em um Hectare

De posse da carga horária necessária para realizar as operações manuais de amontoa e de batedura, abanação e ensaque, bem como do custo de uma hora de serviço do trabalhador braçal, determinou-se o custo para trabalhar um hectare.

Determinação do Custo de Utilização dos STA em um Hectare

De posse da carga horária necessária para realizar a operação mecânica de batedura, abanação e ensaque, bem como do custo de uma hora de serviço dos STA, determinou-se o custo para operar um hectare.

Determinação do Custo de um Hectare Colhido

A soma das despesas com mão-de-obra e máquinas por hectare, possibilita determinar o custo de um hectare colhido em cada processo.

Estimativa do Custo de um Saco de 25 kg Colhido em Cada Processo

Tendo por base a estimativa de produção de 87 sacos por hectare, prevista por técnicos da Secretaria da Agricultura na publicação Prognóstico 77/78, e conhecendo o custo para trabalhar um hectare, estimou-se o custo de um saco de 25 kg colhido nos dois processos.

Análise Estatística

Os dados obtidos para os diferentes parâmetros estudados nos dois processos de batedura, foram analisados separadamente.

As diferenças entre os tratamentos foram indicados através de análise de variância, empregando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Dados Relativos ao Tempo Gasto na Realização dos Procedimentos Adotados Durante os Ensaios

Os Quadros de nºs 1 e 2, expostos a seguir, mostram o tempo gasto na realização de cada procedimento, em razão das atividades manual e mecânica desenvolvida durante os processos de colheita.

A análise do Quadro 1 indica que, em média, uma área de 778,3m^2 é amontoada por três homens em 27,4 minutos.

Através da atividade manual de quatro operários (sendo um deles o operador, cujo tempo, para efeito de determinação de custos, é computado no trabalho realizado pelo STA-1) e da atividade mecânica do STA-1, as plantas que se encontravam amontoadas, foram submetidas à operação de batedura sendo ensacadas a seguir, em um tempo médio de 6,9 minutos.

Dois homens em um tempo médio de 8,5 minutos realizaram a operação de abanação e ensaque do material batido, lançado sobre o encerado.

QUADRO 1 - Tempo Gasto em Minutos, na Realização do Processo de Colheita Mecânica que Utiliza a Trilhadora FMVAJ-1

REPETIÇÕES	Operação de Amontoa			Operação de Batedura, Abanação e Ensaque			Operação de Abanação e Ensaque	
	Atividade Manual		Área Amontoada	Atividade Manual		Atividade Mecânica	Atividade Manual	
	Nº de Homens	Tempo min / Homem	m^2	Nº de Homens	Tempo min / Homem	Tempo min	Nº de Homens	Tempo min / Homem
1ª	3	38	820	4	7	7	2	10
2ª	3	31	860	4	9	9	2	11
3ª	3	19	830	4	8	8	2	10
4ª	3	16	985	4	7	7	2	10
5ª	3	20	520	4	5	5	2	6
6ª	3	21	624	4	5	5	2	7
7ª	3	27	630	4	5	5	2	6
8ª	3	24	688	4	5	5	2	5
9ª	3	35	914	4	8	8	2	8
10ª	3	34	670	4	7	7	2	7
11ª	3	36	1020	4	10	10	2	11
MÉDIA	3	27,4	778,3	4	6,9	6,9	2	8,5

QUADRO 2 - Tempo Gasto, em Minutos, na Realização do Processo de Colheita Mecânica que Utiliza a Recolhedora "BONSIG"

REPETIÇÕES	Operação de Encordoamento			Operação de Batedura e Ensaque		
	Atividade Manual		Área Amontoada m^2	Atividade Manual		Atividade Mecânica
	Nº de Homens	Tempo min / Homem		Nº de Homens	Tempo min / Homem	Tempo Gasto
1ª	2	28	1020	3	6	6
2ª	2	23	990	3	5	5
3ª	2	24	990	3	5	5
4ª	2	38	1320	3	5	5
5ª	2	40	1336	3	5	5
6ª	2	38	1352	3	7	7
7ª	2	32	1240	3	5	5
8ª	2	14	510	3	3	3
9ª	2	16	520	3	3	3
10ª	2	15	480	3	3	3
11ª	2	17	530	3	3	3
MÉDIA	2	25,9	935,3	3	4,6	4,6

O Quadro 2 indica que, em média, uma área de 935,3m² é encordoada por 2 homens em 25,9 minutos.

Através da atividade manual de três operários (sendo um deles o operador cujo tempo, para efeito de determinação de custos, é computado no trabalho realizado pelo STA-2) e da atividade mecânica do STA-2, as plantas encordoadas foram submetidas à operação de batedura e ensaque, num tempo médio de 4,6 minutos.

Dados Relativos aos Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado pelo STA-1

O Quadro 3 espelha os resultados referentes ao custo-hora dos trabalhos realizados pelo Trator, pela Trilhadora e pelo Tratorista.

QUADRO 3 - Custo de 1 Hora de Trabalho do STA-1

	DESPESA	TRATOR	TRILHADORA
GASTOS FIXOS	Depreciação	18,33	6,75
	Juros	16,80	4,58
	Seguro	4,07	zero
	Abrigo	2,04	1,11
GASTOS VARIÁVEIS	Combustível	31,44	zero
	Lubrificantes	7,16	zero
	Reparações	24,43	6,75
	Tratorista	10,20	zero
	TOTAL: CR$133,66		

Dados Relativos ao Custo de 1 Hora de Trabalho Realizado pelo STA-2

O Quadro 4 espelha os resultados referentes ao custo-hora dos trabalhos realizados pelo Trator, pela Recolhedora e pelo Tratorista

QUADRO 4 - Custo de 1 Hora de Trabalho do STA-2

	DESPESA	TRATOR	RECOLHEDORA
CUSTOS FIXOS	Depreciação	18,33	43,20
	Juros	16,80	29,34
	Seguro	4,07	3,55
	Abrigo	2,04	7,1
GASTOS VARIÁVEIS	Combustível	48,84	zero
	Lubrificantes	7,16	1,68
	Reparações	24,43	43,20
	Tratorista	10,20	zero
	TOTAL: CR$259,95		

Dados Relativos ao Custo do Trabalho Realizado em 1 Hectare

Os Quadros de nºs. 5 a 8, e a Figura 1, que se seguem, mostram o custo das atividades manual e mecânica desenvolvidas em um hectare, durante as diversas operações que integram os processos de colheita.

QUADRO 5 - Custo de Mão-de-Obra Necessária para Realizar a Operação de Amontoa Em CR$/ha

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	157,55	122,53	77,79	55,21	130,76	114,37	145,65	118,59	130,15	172,51	119,95	122,27
B	62,22	52,63	54,94	65,21	67,86	63,64	58,48	62,22	69,70	70,78	72,69	63,67

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	18.892,0543	18.892,0543	33,07 **
RESÍDUO	20	11.423,8881	571,1944	
TOTAL	21	30.315,9424	19.463,2487	
		s = 23,8996	c.v. = 25,7057	

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

QUADRO 6 - Custo de Mão-de-Obra Necessária para Realizar a Operação de Batedura, Abanação e Ensaque em CR$/ha.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	66,36	76,43	70,99	55,21	69,76	61,74	57,59	49,43	59,50	71,06	68,88	64,26
B	19,99	17,20	17,20	12,85	12,85	17,54	13,73	19,99	19,58	21,28	19,24	17,40

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	12.079,1022	12.079,1022	316,81 **
RESÍDUO	20	762,5556	38,1277	
TOTAL	21	12.841,6578	12.117,2299	
		s = 6,1747	c.v. = 15,1207	

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados dos Quadros 5 e 6 indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação do custo de mão-de-obra necessária para realizar a operação de amontoa e a operação de batedura, abanação e ensaque nos dois processos de colheita do amendoim.

A análise estatística dos dados evidencia que o custo de mão-de-obra para realizar a operação de amontoa no processo de colheita que utiliza a Recolhedora (CR$63,67/ha) equivale, praticamente, à metade do exigido no processo de colheita que utilizada a Trilhadora (CR$122,27/ha), bem como evidencia que o custo para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque, no processo de colheita que utilizada a Recolhedora (CR$17,40/ha) equivale, praticamente, à quarta parte do exigido no processo de colheita que utiliza a Trilhadora (CR$64,26/ha).

QUADRO 7 - Custo da utilização dos STA (Sistema Tratorizado Agrícola) em Cr.$/ha.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	188,86	231,42	214,13	156,94	212,80	178,22	175,56	160,93	194,18	231,42	216,79	196,47
B	254,80	218,40	218,40	163,80	161,20	223,60	174,20	254,80	249,60	270,40	244,40	221,23

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F*
TRATAMENTO	1	3.371,5692	3.371,5692	3,03 (n.s.)
RESÍDUO	20	22.242,1560	1.112,1078	
TOTAL	21	25.613,7252	4.483,6770	
			s = 33,3482	c.v. = 15,9670

OBS.: A não significância ao nível de 5% de probabilidade pela aplicação do Teste F é indicada por (n.s.)

A análise de variância dos dados do Quadro 7 indica que não houve efeito significativo para a variação do custo da utilização dos STA (Sistema Tratorizado Agrícola) empregados nos dois processos de colheita do amendoim.

QUADRO 8 - Custo total da operação de colheita, em Cr.$/ha.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	412,77	430,38	362,91	267,36	413,32	354,33	378,80	328,95	383,83	474,99	405,62	383,02
B	337,01	288,23	290,54	241,86	241,91	304,78	246,41	337,01	338,88	362,46	336,33	302,31

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	35.829,9938	35.829,9938	14,37 **
RESÍDUO	20	49.853,1365	2.492,6568	
TOTAL	21	85.683,1303	38.322,6506	
			s = 49,9265	c.v. = 14,5690

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados do Quadro 8 indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação do custo total da operação de colheita nos dois processos considerados.

Os dados evidenciam que a significância obtida advém da variação do custo de mão-de-obra necessária para realizar as operações de amontoa e batedura, abanação e ensaque, uma vez que não se constatou efeito significativo no custo de utilização dos STA.

A Figura 1, exposta a seguir, evidencia o que se afirmou.

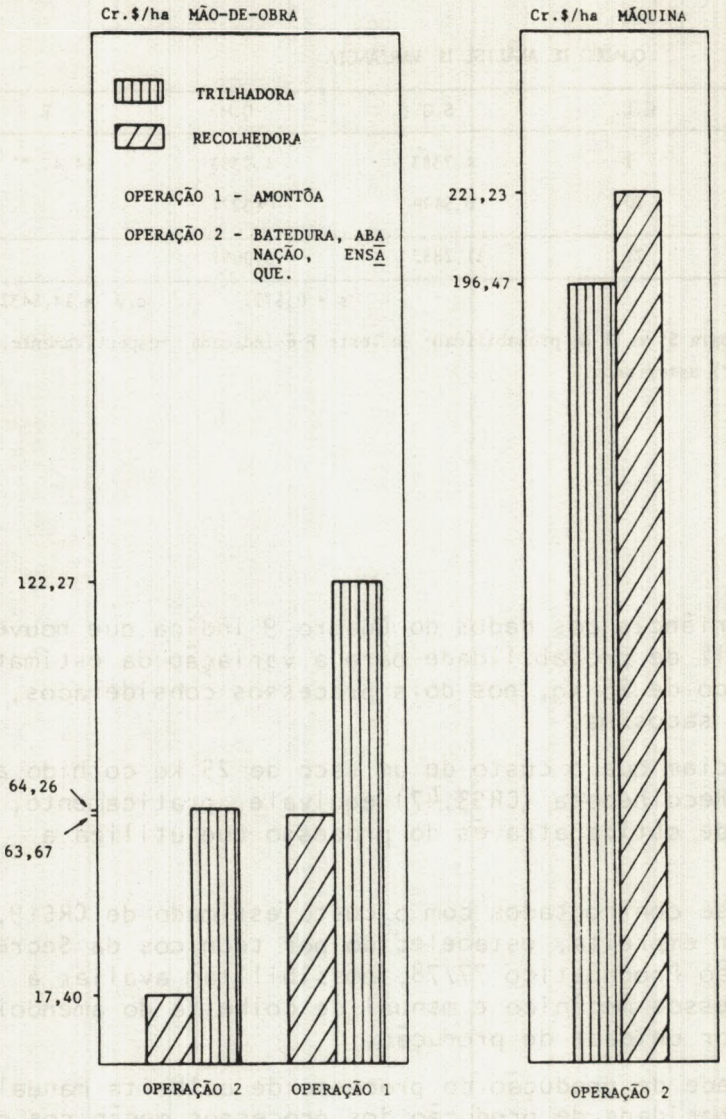


FIGURA 1 - Despesas com mão-de-obra e máquinas, na colheita do amendoim.

Dados relativos à estimativa do custo de um saco de 25 quilos de vagens, tendo como base uma produção de 87 sacos/ha

Os resultados obtidos para os tratamentos **A** e B encontram-se no Quadro 9.

QUADRO 9 - Estimativa do Custo de Colheita de um Sacos de 25 kg, tendo por base uma Produção de 87 Sacos/ha.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES											MÉDIA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
A	4,74	4,94	4,17	3,07	4,75	4,07	4,35	3,78	4,41	5,45	4,66	4,40
B	3,87	3,31	3,33	2,78	2,78	3,50	2,83	3,87	3,89	4,16	3,86	3,47

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTO	1	4,7383	4,7383	14,47 **
RESÍDUO	20	6,5499	0,3274	
TOTAL	21	11,2882	5,0657	
			s = 0,5722	c.v. = 14,5432

OBS.: A significância para 5% e 1% de probabilidade do Teste F é indicada, respectivamente, por um (*) e dois (**) asteriscos.

A análise de variância dos dados do Quadro 9 indica que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a variação da estimativa do custo de colheita de um saco de 25 kg, nos dois processos considerados, tendo por base uma produção de 87 sacos/ha.

Os dados evidenciam que o custo de um saco de 25 kg colhido através do processo que utiliza a Recolhedora (CR$3,47) equivale, praticamente, a 3/4 do custo de igual quantidade obtida através do processo que utiliza a Trilhadora (CR$4,40).

Estes valores, se confrontados com o custo estimado de CR$19,25/saco, para a colheita manual por empreita, estabelecido por técnicos da Secretaria da Agricultura na publicação Prognóstico 77/78, possibilitam avaliar a disparidade existente entre os processos mecânico e manual de colheita do amendoim, no que diz respeito ao custo por unidade de produção.

A baixa capacidade de produção do processo de colheita manual (3,0 sacos por dia) e a elevada capacidade de produção dos processos mecânicos de colheita justificam a ocorrência das situações descritas.

Diante do fato, a mecanização da colheita se torna urgente e indispensável, não só pelo barateamento do custo da operação, mas principalmente para incrementar a produção.

CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

1. O custo do trabalho manual necessário para realizar a operação de amontoa no processo de colheita que utiliza a Recolhedora "BONSIG", equivale a 52% do custo do trabalho manual empregado em idêntica operação realizada no processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.

2. O custo do trabalho manual necessário para realizar a operação de batedura, abanação e ensaque no processo que utiliza a Recolhedora "BONSING", equivale a 27% do custo do trabalho manual empregado em idêntica operação realizada no processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.

3. O custo do trabalho mecânico desenvolvido na operação de batedura, abanação e ensaque no processo que utiliza a Recolhedora "BONSING" é de 12,6% superior ao custo do trabalho mecânico desenvolvido em idêntica operação realizada no processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1.

4. O custo total de um hectare obtido através do processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1, é 21% superior ao custo total de um hectare colhido através do processo que emprega a Recolhedora "BONSIG."

5. Tomando por base uma produção de 87 sacos/ha, o custo estimado da colheita em saco de 25 kg obtido através do processo que utiliza a Trilhadora FMVAJ-1, é 26,8% superior ao custo de idêntica quantidade colhida no processo que utiliza a Recolhedora "BONSIG."

LITERATURA CITADA

A.S.A.E. Farm machinery costs and use, 10 th edicion, Michigan, USA. Agricultural Engineers Yearbook. American Society of Agricultural Engineers. 1963.

BARGER, E.L.; LILJEDAHL, J.B.; CARLETON, W.M. e McKIBBEN, E.G. *Tratores e seus motores*. Progr. Publ. Did. USAID, Rio de Janeiro. 1966.

CORDEIRO, S.Equipos maniseros Argentinos trabajan em Brasil, *Boletim Informativo Manisero*, Cordoba, 5 (24): 19-20. 1971.

CORRÊA, A.A.M. *Análise do custo do uso da maquinaria agrícola*. Semenario da Cadeira nº 15, ESALQ, Piracicaba. 1965.

HUNT, D. *Farm Power and Machinery Managoment*. 3a. edição, lowa, USA, lowa State University Press. 1962.

LARSON, G.H; FAIBANKS, G.E. e FENTON, I.C. *What it costs to use farm machinery*. Kansas State University of Agriculture and applied socience. Boletim nº 417, Kansas, USA. 1960.

LEME, H.A. Custo da aradura com trator. *Revista Agricultura*, Piracicaba, S.P. XXIX (10-11-12): 345-360. 1954.

MIALHE, L.G. Contribuição ao Estudo Econômico de Sistemas Tratorizados Agrícolas. *Revista O Solo*, Piracicaba, SP. 60(1): 79-89. 1958.

MIALHE, L.G. *Manual de Mecanização Agrícola*. Ed Agronômica Ceres. São Paulo. - 1974.

RAMOS, I. Observações sobre a mecanização da colheita de amendoim na República Argentina. *Relatório de viagem*, São Paulo. 1964.

SAAD, O. *Seleção do Equipamento Agrícola*. Livraria Nobel S.A. São Paulo. 1976.

SECRETARIA DA AGRICULTURA *Prognóstico 77/78*. Instituto de Economia Agrícola.São Paulo, 1977.

APÊNDICE A

QUADRO 1 - Vida Útil das Máquinas (Segundo o Agricultural Engenieering Yearbook 1963)

MÁQUINAS	Anos até Rejeição por Tornar-se Obsoleta (I)	Horas de Uso até Rejeição por Desgaste Excessivo (II)	Horas de Uso Por Ano Para I = II (*)
Tratores			
de esteira	15	12.000	800
de rodas	15	12.000	800
Arados			
de discos	15	2.500	167
de aiveca	15	2.500	167
gradeadores	15	2.500	167
Grades			
de discos	15	2.500	167
de dentes	20	2.500	125
Cultivadores			
de enxadinhas	12	2.500	208
de molas	20	2.000	100
Semeadoras			
de sementes finas (tipo "Drill")	20	1.200	60
convencionais ("de linhas")	15	1.200	80
Colhedoras			
combinada de arrasto.	10	2.000	200
combinada automotriz.	10	2.000	200
de milho	10	2.000	200
de forragem	10	2.000	200
Colhedoras			
segadora	12	2.000	167
ancinho	12	2.500	208
Carretas			
de rodas pneumáticas ...	15	5.000	333

APÊNDICE B

QUADRO 2 - Consumo Médio de Óleo Lubrificantes pelos Motores de Tratores, em Termos de Galões/Hora - Segundo HUNT, 1964

POTÊNCIA FORNECIDA PELO MOTOR (PTO hp)	COMBUSTÍVEL UTILIZADO PELO MOTOR		
	Gasolina	Óleo Diesel	Gás LP
10 - 20	0,008	-	-
20 - 30	9	0,008	0,010
30 - 40	10	14	10
40 - 50	12	16	11
50 - 60	13	19	12
60 - 70	14	19	14
70 - 80	15	25	14
80 - 90	16	23	15
Acima de 90	16	23	15

APÊNDICE C

QUADRO 3 - Custos de Reparações, em Percentagem, do Custo de Aquisição - Segundo KEPNER, Agr. Eng. Yea, 1963

MÁQUINAS	Média Para Cada 100 Horas de Utilização	Total Durante a Vida Útil (Até Rejeição por Desgaste Excessivo)
Tratores		
de esteira	0,08	78
de rodas	1,20	120
Arados		
de discos	4,50	113
de aiveca	7,00	VGE
gradeadores	5,00	125
Grades		
de discos	6,50	168
de dentes	4,00	100
Cultivadores		
de enxadinhas	6,00	150
Semeadoras		
de sementes finas (tipo Drill)	7,00	96
convencionadas	7,00	84
Colhedoras		
combinada de arrasto	4,50	90
combinada automotriz	-	-
de milho (montada)	3,20 (a)	64
de forragem	2,90	58
segadora	12,00	240
ancinho	7,00	175
Carretas		
de rodas pneumáticas	1,80	90

APÊNDICE D

PREÇOS DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES

1.	Balde de 20 kg de graxa ATLANTIC MULTIPURPOSE LUBRIFICANT N 2	CR$ 750,00
2.	Balde de 20 litros de óleo ATLANTIC ULTRA GEAR SAE 90 ...	CR$ 550,00
3.	Balde de 20 litros de óleo ATLANTIC ULTRAMO SAE 30	CR$ 400,00
4.	Litro de Óleo Diesel	CR$ 4,80

OBSERVAÇÃO: Preços fornecidos em 17 de outubro de 1978, pelo Posto ATLANTIC de EITHEL DURIGAN.

GUINCHO DE TRAÇÃO ANIMAL PARA TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR EM REGIÕES DECLIVOSAS

Estudo do Ciclo Operacional e Avaliação de Desempenho

Pedro N.A. Berto*
Wallace B. Guedes**
Luiz G. Mialhe***

RESUMO

No Brasil, visando a mecanização do transporte intermediário, foi estudado um guincho de tração animal, desenvolvido pelos fornecedores de cana de Pernambuco e aperfeiçoado pela Seção de Operação Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do Planalsucar /IAA. O guincho foi levado para Campos, no Estado do Rio de Janeiro, onde foram realizados ensaios de campo, visando avaliar seu desempenho sob condições típicas das áreas declivosas da região canavieira de Campos.

Para tração do guincho, empregou-se 2 e 3 juntas de bois atreladas ao tandem. Os animais foram caracterizados pela idade peso, altura na cernelha e perímetro torácico, determinando-se o índice anamorfósico de cada um. Para os ensaios com 2 juntas, descartou-se a junta do meio. O ciclo operacional do guincho apresenta a seguinte sequência de operações: a) carregamento na palha; b) transporte carregado; c) descarregamento no "ponto" e d) transporte vazio.

Na quantificação da capacidade do sistema, empregou-se o parâmetro denominado fluxo de transporte (F_t), que engloba os fatores carga, distância e tempo.

Para avaliação do desempenho do guincho de tração animal escolheu-se uma área tipicamente declivosa da região canavieira de Campos, localizada na Fazenda Morro Grande, de propriedade da Usina Outeiro. Para ambos os ensaios, foi utilizado o mesmo guincho e dois operadores. Para cada conjunto foram registrados dados de 10 ciclos (10 repetições compreendendo: tempo (S), consumidos em cada fase do ciclo; distâncias (m) percorridas carregado e vazio, em cada ciclo e carga (kg) transportada.

Na análise dos dados utilizou-se o teste de Wilcoxon, do campo não paramétrico, além de análises de correlação, do campo paramétrico.

Dos resultados obtidos, concluiu-se que o comportamento do equipamento estudado é afetado pelas condições de atrelamento dos animais e pela forma de manejo.

SUMMARY

Seeking the mechanization of the intermediary transport in Brazil it was studied a animal draw ratched, developed by su

(*) Engº Agrônomo, Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Leste do Planalsucar/IAA, Campos - RJ
(**) Engº Agrônomo, Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do Planalsucar/IAA, Recife - PE
(***) Prof. Assist. Dr., Deptº de Engenharia Rural da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

garcane suppliers of Pernambuco, and improved by the Agricultural Mechanization Section of the Coordenadoria Regional Norte of PLANALSUCAR/IAA. The ratched was taken to Campos, State of Rio de Janeiro, were the field trials were held, seeking to evaluate its performance under typic conditions of the declivous areas of the sugarcane region of Campos.

For traction of the ratched was used 2 and 3 oxen yoked in tandem. The animals were caracterized by the lifetime, weight, hight in the withers and toraxical perimeter, and the anamorphosic index of each one. To the trials with two yokes, it was discharged the middle yoke. The ratched operational cicle presents the following sequence of operations: a) loading in field; b) loading transportation; c) unloading in the "point" and d) empty transportation.

It was used the flow of transportation (FT) as a parameter for the evaluation of the capacity of the sistem, and it gathers the factors load, distance and time.

To evaluate the performance of the ratched with animal traction it was of located at the Morro Grande Farm, of the Outeiro Mill's property. It was used the same and two operators for boath trials. For each set it was recorded data from 10 cicles (10 replications) including: Time (S), wasted in each fase of the cicle; distances (m) covered loated and emply in each cicle, and load (kg) transported.

To analyse the data in was used the Wilcoxon test of the nomparametric field besides the correlation analysis, of the parametric field.

From the achieved results, it was conckuded that the behaviour of the studied equipament is affected by the yokement - conditions of the animals and by the way of management.

INTRODUÇÃO

O transporte de cana-de-açúcar, nas regiões de topografia declivosa, é realizado em duas etapas. Na primeira, denominada "transporte intermediário" se efetua o trabalho da matéria prima desde o interior do talhão, até a margem dos carreadores; na segunda, a matéria prima é carregada em veículos convencionais (caminhões, carretas etc.) e transportada ao pátio da indústria.

De acordo com dados relatados por FITZGERALD (1974) o transporte intermediário, em áreas declivosas, é bastante moroso, exigente em mão-de-obra e oneroso, quando realizado por sistemas convencionais. Com o advento do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, tornou-se imperiosa a necessidade de deduzir-se os tempos entre corte e moagem da matéria prima e baixar os custos dos sistemas tradicionalmente empregados no transporte intermediário.

No Brasil, os primeiros estudos visando a mecanização do transporte intermediário foram realizados pelo PLANALSUCAR/IAA (1976), nas regiões declivosas do Estado de Pernambuco. Além das tentativas de aplicação de equipamentos florestais e guinchos tratorizados, foi estudado um guincho de tração animal, desenvolvido pelos fornecedores de cana de Pernambuco. Após aperfeiçoamentos introduzidos pela Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do PLANALSUCAR/IAA (1978) o guincho foi levado para Campos, no Estado do Rio de Janeiro, e apresentado aos produtores da região pela Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Leste.

Este trabalho relata os primeiros resultados obtidos no estudo do ciclo operacional e nos ensaios de campo visando avaliar o desempenho do guincho de tração animal, efetuados sob condições típicas das áreas declivosas da região canavieira de Campos - RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O guincho apresenta-se como uma estrutura metálica, constituída por um tubo de ferro, tendo, numa das extremidades, uma sapata recurvada, que desliza sobre o solo e, na outra, uma alça de atrelamento que se acopla no centro da canga-dupla. Conforme ilustra a Figura 1, na extremidade junto à sapata é montado um guincho manual ("catraca") e um suporte vertical, de encosta da carga para o arrocho do cabo de aço.

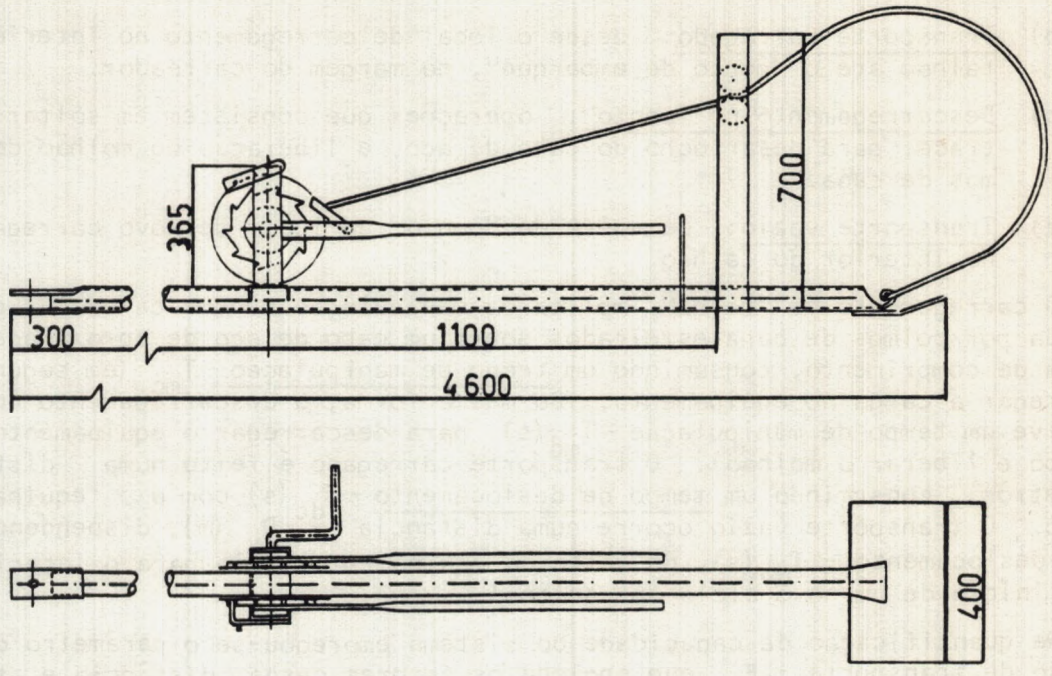


FIGURA 1 - Partes Constituintes e Dimensões Gerais do Guincho de Tração Animal para Transporte Intermediário de Cana-de-Açúcar em Áreas Declivosas

Para tração do guincho, empregou-se 2 e 3 juntas de bois, atreladas em tandem, segundo critério comumente adotado na região, cujos animais apresentavam as seguintes características:

Designação das Juntas	Nº do Animal	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura na Cernelha (m)	Perímetro Torácico (m)	Índice anamorfósico*
de guia	1	10	585	1,59	2,04	2,617
	2	5	485	1,36	2,00	2,941
de meio	3	7	510	1,47	1,99	2,694
	4	7	525	1,56	2,03	2,642
de cambão	5	6	530	1,52	2,03	2,711
	6	7	490	1,61	1,92	2,290

(*) Calculado, conforme descrito por Couti (1942), pela relação: (perímetro torácico)^2/altura na cernelha.

De acordo com COUTI (1942) a aptidão dos animais para tração é revelada com valores maiores que 2,116 para o índice anamorfósico. No caso dos animais utilizados, é significativa essa aptidão. Para os ensaios com 2 juntas de bois, descartou-se a junta do meio (bois nºs. 3 e 4).

O ciclo peracional do guincho de tração animal caracteriza-se por apresentar a seguinte sequência de operações:

a) Carregamento na "palha": feito no interior do talhão onde os colmos cortados ("pé-ponta") se acham esteirados sobre um cabo de aço, com aproximadamente 20m de comprimento; a operação consiste em acoplar as extremidades do cabo de aço no guincho, girar o tambor para encosto do cabo e, finalmente, arrochar a carga através das alavancas da catraca.

b) Transporte Carregado: desde o local de carregamento no interior do talhão até o "ponto de embarque", na margem do carreador.

c) Descarregamento no "ponto": operações que consistem em soltar a catraca, para desarrocho do cabo de aço, e liberação do molhão de colmos de cana.

d) Transporte vazio: de volta do "ponto" ao local de novo carregamento no interior do talhão.

O carregamento na "palha" implica na manipulação de uma carga C (kg), representada por colmos de cana esteirados sobre um cabo de aço de aproximadamente 20 metros de comprimento, consumindo um tempo de manipulação - T_{mc} (em segundos), para carregar a carga no equipamento. Da mesma forma, o descarregamento no "ponto" envolve um tempo de manipulação - T_{md} (s), para descarregar o equipamento (soltar o cabo e liberar o molhão). O transporte carregado é feito numa distância D_c (em metros), consumindo um tempo de deslocamento - T_{dc} (s) com o equipamento carregado. O transporte vazio ocorre numa distância - D_v (m), dispendendo um tempo de deslocamento - T_{dv} (s), de volta do equipamento vazio para o interior do talhão e início de um novo ciclo operacional.

Na quantificação da capacidade do sistema empregou-se o parâmetro denominado fluxo de transporte - F_t, que engloba os fatores carga, distância e tempo, expresso pela seguinte equação:

$$F_t = C \frac{D_c + D_v}{T_m + T_d} \qquad (1)$$

onde:

T_m = tempo total de manuseio ($T_{mc} + T_{md}$);

T_d = tempo total de deslocamento ($T_{dc} + T_{dv}$).

O valor encontrado pela equação (1), ao ser multiplicado por 0,0036, fornece o F_t em termos de "toneladas . quilômetro/hora" (t . km/h), quando C é expresso em quilogramas, D em metros e T em segundos.

Para avaliação do desempenho do guincho de tração animal, escolheu-se uma área tipicamente declivosa, da região canavieira da Usina Cia. do Outeiro. Os ensaios foram conduzidos considerando-se dois conjuntos: - um com 2 juntas e outro com 3 juntas de bois. Em ambos foram usados o guincho e 2 operadores. Para cada conjunto foram registrados dados de 10 ciclos (10 repetições), abrangendo:

- tempos (s), consumidos em cada fase do ciclo
- distâncias (m) percorridas carregado e vazio, em cada ciclo
- carga (kg) transportada.

Na análise dos dados, utilizou-se o teste de Wilcoxon, do campo não paramétrico, descrito por Campos (1976), além de análises de correlação, do campo paramétrico.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios de campo constam do Quadro 1. A partir desses dados, foram calculadas as velocidades do deslocamento e os fluxos de carga e descarga do equipamento, cujos resultados são apresentados no Quadro 2.

QUADRO 1 - Resultados obtidos nos ensaios de campo na Usina Cia. Outeiro, Município de Campos .- RJ.

Conjunto de transporte	Ciclos (repetição)	Carga transportada C (kg)	Distâncias percorridas(m)		Tempos Consumidos (s)				Fluxo de Carga (t.km/h)
			D_c	D_v	T_{mc}	T_{md}	T_{dc}	T_{dv}	
3 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	680	88	422	140	40	125	390	1,80
	02	930	57	334	215	48	70	448	1,68
	03	760	50	362	140	30	58	345	1,97
	04	770	135	378	130	32	130	410	2,03
	05	580	110	333	95	90	128	413	1,27
	06	760	120	139	180	75	135	299	1,03
	07	900	104	161	215	48	125	255	1,33
	08	1.070	90	120	229	69	87	225	1,33
	09	1.080	64	142	175	55	80	290	1,33
	10	1.000	114	169	238	32	125	298	1,47
2 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	560	98	362	179	48	79	371	1,37
	02	800	46	95	135	90	40	55	1,27
	03	670	49	310	128	95	45	320	1,47
	04	1.030	121	330	145	65	160	385	2,21
	05	780	110	378	132	95	163	405	1,72
	06	960	133	169	190	40	92	298	1,68
	07	860	69	158	175	58	75	242	1,28
	08	760	79	134	195	45	54	213	1,15
	09	780	131	233	235	49	140	340	1,34
	10	810	136	195	190	70	135	270	1,45

QUADRO 2 - Velocidades de Deslocamento e Fluxo de Carregamento e Descarregamento Obtidos a partir dos Dados do Quadro 1.

CONJUNTO DE TRANSPORTE	CICLOS (Repetição)	VELOCIDADES (m/s)		FLUXO DE CARREGAMENTO (kg/s)	
		V_c	V_v	Q_c	Q_d
3 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	0,704	1,082	4,858	17,000
	02	0,814	0,745	4,325	19,375
	03	0,862	1,049	5,428	25,33
	04	1,038	0,922	5,923	24,062
	05	0,859	0,806	6,105	6,444
	06	0,889	0,465	4,222	10,133
	07	0,832	0,631	4,186	18,750
	08	1,034	0,533	4,672	15,507
	09	0,800	0,490	6,171	19,636
	10	0,912	0,567	4,202	31,250
2 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	1,240	0,976	3,128	11,667
	02	1,150	1,727	5,926	8,889
	03	1,089	0,969	5,234	7,053
	04	0,756	0,857	7,103	15,846
	05	0,675	0,933	5,909	8,210
	06	1,446	0,567	5,053	24,000
	07	0,920	0,653	4,914	14,827
	08	1,463	0,629	3,897	16,889
	09	0,936	0,685	3,319	15,918
	10	1,007	0,722	4,263	11,571

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Fluxo de Transporte - T_f (t . km/h)

Aplicando-se aos dados de F_t (Quadro 1) o teste de Wilcoxon, chegou-se aos seguintes resultados:

$W = 103,50$
$\alpha =$ N.S.

onde W é a estatística do teste e α o nível de significância. A não significância indica não haver diferenças de F_t entre os tratamentos com 2 e 3 juntas de bois, na tração do guincho. As médias observadas para F_t, são:

2 juntas	1,494	t . km/h
3 juntas	1,524	t . km/h

Distâncias e Velocidades - (D_c, D_v); (V_c, V_v)

A distribuição de frequências para a relação D_v/D_c é mostrada no histograma da Figura 2. Conforme se observa, a maior frequência para D_v/D_c foi na classe de 1,158 a 2,375. O ponto médio da classe situa D_v/D_c em torno do valor 1,767, ou seja:

$$D_v = 1{,}767\ D_c$$
$$D_c = 0{,}566\ D_v$$

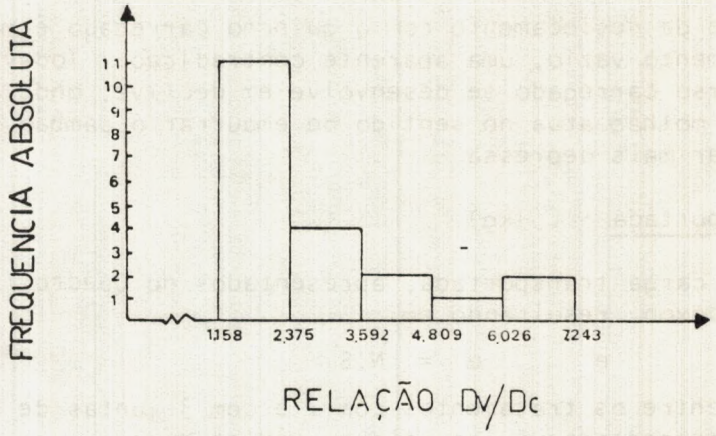


FIGURA 2 - Histograma de Frequência Absoluta para a Relação D_v/D_c

Há, portanto, uma nítida tendência das distâncias percorridas com o guincho carregado serem equivalentes a 0,566 daquelas de volta ao talhão, com equipamento vazio. Os percursos carregados variaram de 46 a 136m, com média de 95,25m para ambos os tratamentos (2 e 3 juntas). Os percursos vazios variaram de 95 a 422m, com média de 246,20m.

Com relação às velocidades de deslocamento, os dados do Quadro 2 foram submetidos ao teste de Wilcoxon, apresentando os seguintes resultados:

Fatores de Comparação entre Conjuntos com 2 e 3 Juntas de Bois	Teste de Wilcoxon W	α
V_c	130,0	4,5 %
V_v	118,5	N.S.
V_v/V_c	104,0	N.S.

O único fator que determinou diferença significativa entre os conjuntos foi V_c. O conjunto com 2 juntas de bois apresentou maior V_c. Os valores médios são:

2 juntas	1,068	m/s (3,84 km/h)
3 juntas	0,874	m/s (3,15 km/h)

A aparente contradição desses resultados, uma vez que 3 juntas teriam maior potencial de tração que 2 juntas, pode-se explicar pelo aumento da perda por atrelamento com o aumento das juntas atreladas em tandem, conforme relata o CONTI (1942).

Com relação a V_v e V_c/V_v, não se observou diferenças significativas entre os conjuntos com 2 e 3 juntas. As médias para esses fatores são:

Fatores	2 Juntas	3 Juntas	Médias
V_v	0,872 m/s	0,729 m/s	0,801 m/s (2,88 km/h)
V_c/V_v	1,225	1,199	1,212

Assim, a relação V_v/V_v situa-se em torno de 1,212, ou seja:

$V_v = 0{,}825\ V_c$ e $V_c = 1{,}212\ V_v$

A velocidade de deslocamento com o guincho carregado é maior que a velocidade com o equipamento vazio, uma aparente contradição. Todavia, é necessário lembrar que o percurso carregado se desenvolve em declive, onde a componente horizontal do peso do molhão atua no sentido de empurrar o cambão para frente obrigando a junta a andar mais depressa.

Carga Transportada - C (kg)

Os dados de carga transportada, apresentados no Quadro 1, foram submetidos ao teste de Wilcoxon, resultando em:

$W = 92{,}0$ e α = N.S.

Não houve, entre os tratamentos com 2 e com 3 juntas de bois, diferenças no peso da carga transportada, cujos valores médios são:

2 juntas	801 kg
3 juntas	853 kg
Média	827 kg

Características dos Animais e Atrelamento

De acordo com Conti (1942), o avanço por passo de animais de serviço se equivale a 3/4 da altura da cernelha. Em função das características levantadas para cada animal e velocidade carregada observada, calculou-se o tempo médio para cada junta completar 1 passo. Os resultados são os seguintes:

Nº do Animal	Avanço por Passo (m)	Avanço Médio da Junta por Passo	Tempo para Completar 1 Passo: 3 Juntas (V_c = 0,874 m/s)	Tempo para Completar 1 Passo: 2 Juntas (V_c = 1,068 m/s)
1	1,19			
2	1,02	1,105 m	1,26 s	1,03 s
3	1,10			
4	1,17	1,135 m	1,30 s	-
5	1,14			
6	1,21	1,175 m	1,34 s	1,10 s

Como se observa, a distribuição dos animais atrelados no equipamento, sem levar em conta suas respectivas alturas na cernelha, levou aos seguintes fatos:

a) em desequilíbrio entre o avanço médio por passo entre as juntas de guia e do cambão, da ordem de 7,5 cm/passo

b) um acréscimo no tempo por passo quando se compara o atrelamento de 2 e 3 juntas, resultando em significativo decréscimo em V_c para o conjunto com 3 juntas.

Fluxo de Carregamento e Descarregamento - Q_c, Q_d)

Analisando-se as correlações entre C, T_{mc} e T_{md}, obteve-se os seguintes resultados:

Correlação	2 Juntas de Bois	3 Juntas de Bois	Independentemente do Nº de Juntas
C vs T_{mc}:			
Coeficiente γ:	0,01	0,82	0,52
Teste F	0,00 (N.S.)	16,67**	6,83*
C vs T_{md}:			
Coeficiente γ:	- 0,14	- 0,17	- 0,21
Teste F:	0,17 (.S.)	0,23 (N.S.)	0,85 (N.S.)

Conforme se observa, a única correlação significativa foi para C vs T_{mc} no caso de 3 juntas de bois e independentemente do nº de juntas, cujas equações de regressão são, respectivamente:

$$\hat{C}\ (kg) = -\ 20,49 + 0,23\ T_{mc}\ (s)$$

$$\hat{C}\ (kg) = 57,27 + 0,14\ T_{mc}\ (s)$$

Para soltar o molhão, a correlação T_{md} vs C, independentemente dos tratamentos (2 e 3 juntas), apresentou os seguintes resultados:

$\gamma = 0,21$
$F = 0,85$ (N.S.)

Dessas análises de correlação, verifica-se que enquanto o tempo para prender o molhão no equipamento está correlacionado com o peso do molhão, o tempo para soltar o molhão independente do peso deste.

A distribuição de frequências para a relação Q_c/Q_d é mostrada no histograma da Figura 3.

Como se observa, a maior frequência para Q_c/Q_d foi na classe de 0,134 a 0,297. O ponto médio da classe situa Q_c/Q_d em torno do valor 0,216, ou seja:

$$Q_c = 0,216\ Q_d$$

$$Q_d = 4,63\ Q_c$$

Há, portanto, uma nítida tendência dos fluxos de descarregamentos serem 4,63 vezes maiores que aqueles de carregamento. A faixa de variação e os valores médios para Q_c e Q_d, independentemente dos tratamentos, foram:

Q_c ..... 3,128 a 7,103 kg/s (4,942 kg/s)

Q_d ..... 6,444 a 25,333 kg/s (16,118 kg/s).

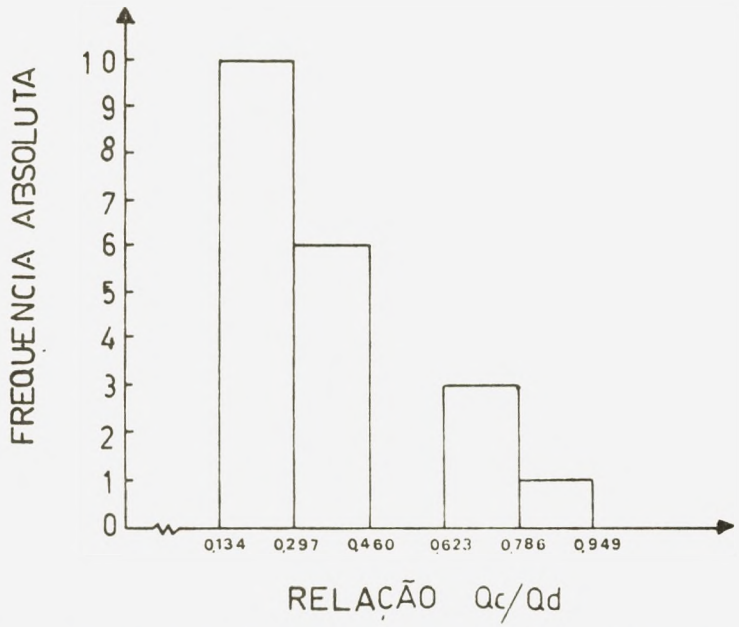


FIGURA 3 - Histograma de Frequência Absoluta para a Relação Q_c/Q_d

CONCLUSÕES

1. Os níveis de fluxo de carga observados, têm possibilidade de ser melhorados, desde que se proceda a uma melhor distribuição no atrelamento dos animais. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem novos estudos, com 1, 2 e 3 juntas de bois, cujos avanços por passo sejam ajustados, pela posição de atrelamento, evitando-se que as juntas posteriores fiquem sujeitas a um efeito de retardamento pelas juntas anteriores.

2. Ao se comparar os valores das relações D_c/D_v e V_c/V_v, chega-se à conclusão de que o percurso carregado, além de ser menor de que o vazio é feito numa maior velocidade; tal fato sugere o estudo de critérios de percurso no talhão e manejo dos animais, que permitam aumentar a relação D_c/D_v e reduzir a relação V_c/V_v.

3. O fato de T_{md} não estar correlacionado com **C**, indica que o fluxo de descarregamento poderá ser melhorado, através de um aprimoramento das técnicas de manuseio do equipamento e da adoção de dispositivos que facilitem o desacoplamento do cabo de aço.

4. O baixo valor observado para a relação Q_c/Q_d, sugere um reestudo da maneira como o pessoal encarregado do corte deixa o molhão no campo; a cana esteirada sobre o cabo exige para acoplamento no guincho, que seja previamente amontoada, operação que concorre para reduzir Q_c.

5. Embora se trata de equipamento que ainda requer novos estudos, conforme se depreende pelas conclusões anteriores, o guincho de tração de tração animal parece constituir uma solução promissora para o transporte intermediário nas áres declivosas da região canavieira de Campos, Rio de Janeiro. Por ser de construção simples, de baixo custo e fácil manejo, torna-se especialmente adaptado aos pequenos e médios fornecedores com culturas em terrenos de encosta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Usina Cia. do Outeiro, que proporcionou todas as condições para a realização do presente trabalho.

Igualmente, agradecem ao Engenheiro Agrônomo N.A. Lavorenti, da Assessoria de Economia e Estatística do PLANALSUCAR, Piracicaba - SP, pela execução das análises estatísticas.

LITERATURA CITADA

CAMPOS, H. *Estatística experimental não paramétrica*. 2ª edição E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. 1976. 332 p. mimeo.

CONTI, M. *Tratado de mecânica agrícola*. Buenos Aires, Argentina. 1942.

FITZGERALD, P.M. *Colheita e transporte de cana-de-açucar*. Curso de Agronomia Canavieira da UFRP. EECAA. Rio Largo, AL. 1974. 68 p.

PLANALSUCAR/IAA Relatório anual. *Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-Açúcar*. Superintendência Geral, Piracicaba-SP. 1976.

_____ Relatório de acompanhamento de Projeto 32.B.20. *Seção de Operações Agrícolas*, Coordenadoria Regional Norte. Carpina, PE. 1978.

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NA PRODUÇÃO DE SOJA (Glycine max (L) Merril)

C.A. Gamero*
S.H. Benez*
P.C. Mattos*

RESUMO

Estudou-se, no presente trabalho, a influência na produção de soja dos seguintes tipos de preparo: uma aração e duas grandagens, duas gradagens, enxada rotativa e semeadura direta, todos eles na Terra Roxa Estruturada e Latossol Vermelho Escuro fase arenosa.

Observou-se que não há influência significativa do preparo do solo nas produções, nos dois tipos de solos. Detectou-se que as produções médias foram maiores na Terra Roxa Estruturada para todos os tipos de preparo do solo.

SUMMARY

The main objectives of this paper were to study the effects of tillage soil in the soybean yields to for two types of soils.

The tillage treatments were:

1. plowing and two tanden disking; 2. two tanden disking; 3. one rotary tillage and 4. no-tillage system.

The statistic analysis did not show any affect of the tillage treatment on the grain yields for the two types of soils studied.

INTRODUÇÃO

O objetivo principal do cultivo mínimo é a mínima manipulação possível do solo, para uma satisfatória semeadura e plantio, germinação, lotação, crescimento e produção de uma cultura. As mais frequentes tentativas nesse campo têm sido eliminar ou reduzir a severidade de algumas operações, assim como diminuir o tráfego do trator no solo cultivado, segundo LEME (1960), VIEIRA e FRAZIER, (1961).

MUSGRAVE et alii (1955) e FREE (1960) afirmaram que, embora o cultivo mínimo proporcione inúmeras vantagens ao solo e à planta, o principal objetivo no desenvolvimento desta técnica tratorizada é a redução dos custos de preparo do solo para a instalação da cultura; o mesmo ponto de vista é defendido por BOWERS e BATEMAN (1960) e MEYER e MANNERING (1961).

A mais recente dessas técnicas é aquela que foi denominada de plantio direto, sendo introduzida no Brasil nos anos de 1971 e 1972, principalmente no Estado do Paraná, sempre em busca de se obter maior rentabilidade, sendo grande o interesse dos agricultores por este sistema. Não possui, ainda, um embasamento científico para utilização em larga escala, sendo as recomendações baseadas na quase totalidade em informações de outros países e em dados de observações.

FROST (1966) afirma que o lugar de deposição das sementes requer uma zona altamente pulverizada; contudo, não é necessário cultivar entre as fileiras e

---

(*) Professores do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas do "Campus" de Botucatu - UNESP.

as áreas da zona da raiz, com a mesma intensidade requerida pela zona das sementes.

JONES et alii (1968) definem o plantio direto (no-Tillage) como o processo onde a cultura é semeada diretamente onde as ervas foram mortas quimicamente.

PEREIRA e BOUGLE (1976) estudando o sistema de produção do trigo e soja, no Rio Grande do Sul, consideraram cinco fatores de produção: tipos de preparo do solo, calagem, restevas, densidade de semeadura e adubação nitrogenada. Utilizaram o preparo do solo convencional (aração e duas gradagens) e semeadura direta. No primeiro ano de experimentação, não encontraram diferenças significativas.

A cobertura vegetal que fica sobre o terreno possui aspectos positivos, como foi observado por ROCKWOOD et alii (1964), trabalhando com preparo convencional e "mulch-tillage", na produção de diversas culturas; concluíram que a mesma foi similar para os dois tratamentos, exceto para os períodos de seca extrema, quando as produções foram maiores com a técnica de "mulch-tillage." A produção de soja foi para qualquer uma das condições climáticas mais baixas no sistema "mulch-tillage" do que no preparo convencional.

Estudando os aspectos econômicos, das técnicas de preparo do solo, e implantação da cultura de soja, TOMAZINE e PERETTI (1976), no Rio Grande do Sul, concluíram que o sistem de semeadura direta é mais oneroso que o sistema convencional.

A avaliação econômica em termos comparativos foi realizada considerando os custos das atividades ou insumos diferenciais entre os dois sistemas. Concluíram que, nas condições em que foi realizado o estudo, a semeadura direta, para ser mais econômica que o sistema convencional, necessita produzir no mínimo 70 kg de soja a mais por hectare. Consideraram, no entanto, que outros fatores de diversas ordens, como melhor rendimento por antecipação da época de plantio, melhor germinação decorrente da melhor conservação de água no solo, redução de investimento de máquinas por hectare, redução do consumo de combustíveis, lubrificantes e mão-de-obra, possibilidade de novas combinações de culturas, devido à economia de tempo no plantio, permitem concluir pela maior economicidade da semeadura direta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental Presidente Emílio G. Médici, Botucatu, Estado de São Paulo. Os campos experimentais foram definidos pelas coordenadas geográficas: 25°51' - 22°50' Latitude Sul, 48° 24' 48°26' Longitude Oeste, com altitude média de 800 metros. O ensaio foi instalado em dois tipos de solos: Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa (PATRILHA) posuindo uma situação de meia encosta, com exposição face leste, com baixa fertilidade e pH baixo; Terra Roxa Estruturada (CASCALHERA), situação de meia encosta, com exposição face leste, com fertilidade média e pH baixo.

Na ocasião da instalação do ensaio a cobertura vegetal predominante no Latossolo Vermelho Escuro era:

Melinis minutiflora Beauv	Capim Gordura +
Ipomoea purpurea Lam.	Corda de viola
Sida rhombifolia L.	Guanxuma +++
Acanthospermum hispidum D.C.	Carrapicho
Bidens pilosa L.	Picão Preto
Brachiaria plantaginea (link) Hitch	Capim Marmelada
Gynodon dactylon (L) Pess.	Grama Seda
Raphanus raphanistrum L.	Nabiça

A cobertura vegetal na Terra Roxa Estruturada era:

Acanthospermim hispidum D.C.	Carrapicho
Bidens pilosa L.	Picão Preto
Sida rhombifolia L.	Guanxuma
Solanum sisybriifolium Lam.	Juá Bravo ++
Melinis minutiflora Beauv.	Capim Gordura
Hichardia brasiliensis Gomes	Poaia
Trichachne insularis (L) Nus	Capim Amargoso
Ipomoea purpurea Lam	Corda de viola

A erva predominante em grau elevado de infestação era a Guanxuma (Sida rhombifolia L.)

A variedade de soja utilizada foi a Santa Rosa, com um poder germinativo de 90%.

Equipamentos utilizados nos quatro tratamentos foram:

a) preparo convencional (uma aração e duas gradagens), trator MF - 265, com arado Baldan, de 3 discos de 71,12 centímetros, grade de 32 discos de 45,72 centímetros, semadora - adubadora jumil de 3 linhas individuais.

b) preparo com grade de discos, Trator MF-265, grade de 32 discos de 50,8 cm, semeadora-adubadora jumil de 3 linhas individuais.

c) preparo com enxada rotativa, Trator MF-265, rotavator FNI e a semeadora citada.

d) plantio direto - Trator MF-265, rotacaster FNI.

Em todos os tratamentos foram utilizados aplicador de calcáreo em filetes contínuos e pulverizador Hatsuta H-420.

Foi esquematizado um ensaio inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições. Cada parcela de preparo constitui-se de uma área total de 500m^2 (10m x 5,6m).

Os tratamentos de preparo do solo foram: uma aração e duas gradagens (convencional), duas gradagens, preparo com enxada rotativa e semeadura direta. No solo arenoso e no argilosa as operações de preparo foram realizadas nos dias 21.11.78 e 20.11.78 e a semeadura nos dias 23.11.78 e 21.11.78, respectivamente.

Foi utilizada como inoculante a bactéria Rhizobium japonicum, na dosagem de 0,500 kg por 50 kg de sementes.

Coletou-se, manualmente, a partir de 28.03.78, as parcelas, determinando se o peso de sementes corrigidas a 12% de umidade.

No Quadro 1 são apresentados os insumos utilizados, dosagens recomendadas para cada tratamento e época de aplicação nos dois tipos de solo: Latossol Vermelho Escuro fase arenosa e Terra Roxa Estruturada.

No Quadro 2 encontram-se os herbicidas utilizados (nome comercial, nome genérico e formulação).

QUADRO 1 - Insumos Utilizados

LVE aren.				TRE				TIPO DE SOLO
D	C	B	A	D	C	B	A	TRATAMENTO
2500 kg/ha Calc. Dolom. 10.10.78				3000 kg/ha Cal. Dolom. 11.10.78				Calagem Epoca
2 sacos de semente de 50 kg/ha 400 kg Sup. Simpl/ha - 80 kg Clor. Pot/ha 23.11.78				2 sacos de semente de 50 kg/ha 400 kg Sup. Simpl/ha - 40 kg Clor. Pot/ha 2.11.78				Semead. Adub. Epoca
200 kg Sulf. Am./ha 10.01.79								Adub. Cobert. Epoca
1,5 ℓ gramoxone/ha 0,25 kg harmex/ha 0,70 ℓ 2,4 - D/ha Agral 90 - 2% (8.11.78)	0,35 kg lexone/ha 1,0 kg surflan/ha Agral 90 - 2% (24.11.78)	1,4 ℓ treflan/ha 0,35 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (22.11.78)	1,4 ℓ treflan/ha 0,35 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (22.11.78)	1,5 ℓ gramoxone/ha 1,0 ℓ reglone/ha 1,4 ℓ 2,4 - D/ha 0,375 kg harmex/ha Agral 90 - 2%	0,5 kg lexone/ha 2,0 kg surflan/ha Agral 90 - 2% (24.11.78)	2,4 ℓ treflan/ha 0,5 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (20.11.78)	2,4 ℓ treflan/ha 0,5 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (20.11.78)	1.ª APLICAÇÃO - EPOCA
1,5 ℓ gramoxone/ha 1,0 ℓ reglone/ha 0,5 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (17.11.78)				1,0 ℓ gramoxone/ha 2,0 ℓ reglone/ha Agral 90 - 2% (13.11.78)				2.ª APLICAÇÃO - EPOCA
				1,5 ℓ gramoxone/ha 1,0 ℓ reglone/ha 0,7 kg lexone/ha Agral 90 - 2% (17.11.78)				3.ª APLICAÇÃO - EPOCA

HERBICIDAS

QUADRO 2 - Herbicidas Utilizados

NOME COMERCIAL	NOME GENÉRICO	FORMULAÇÃO (g/l ou %)
Treflan	Trifluralina	CE 480 g/l
Lexone	Metribuzin	PM (70%)
Surflan	Orizalina	PM (75%)
Gramoxone	Paraquat	200 g/l
Reglone	Diquat	200 g/l
Dow DMA-6	2,4-D	720 g/l
Karmex	Diuron	PM (80%)
Agral 90	Espalhante	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 3 e a Figura 1 mostram os resultados obtidos no presente ensaio

Não foram detectadas diferenças significativas entre os tipos de preparo do solo, tanto no Latossol Vermelho Escuro fase arenosa como na Terra Roxa estruturada, o que evidencia a pequena influência do preparo do solo nas produções de soja, fato este já observado por MARQUES e BERTONI (1961).

QUADRO 3 - Análise da Variância das Produções em kg/ha

SOLOS	TRAT.	REPETIÇÕES 1	2	3	4	5	$\bar{M}$	F TI% T5%
LVE Arenoso	A	975,1	909,4	1328,4	2122,5	1234,0	1313,88	
								1,274
	B	1929,1	973,1	1212,2	1409,0	1298,7	1364,42	
								850,69
	C	1622,0	1487,0	2590,5	1511,6	1307,1	1703,64	
								649,59
	D	1104,5	1367,4	1302,7	1358,7	1150,1	1256,68	
TRE	A	3488,7	2742,0	2120,2	2730,0	2154,6	2647,10	
								1,256
	B	2735,9	1987,2	1869,9	1232,1	2994,8	2163,98	
								1149,31
	C	2894,3	2063,9	2180,5	2031,4	1510,8	2136,18	
								877,61
	D	2458,6	1961,1	2295,0	1768,5	1769,0	2050,44	

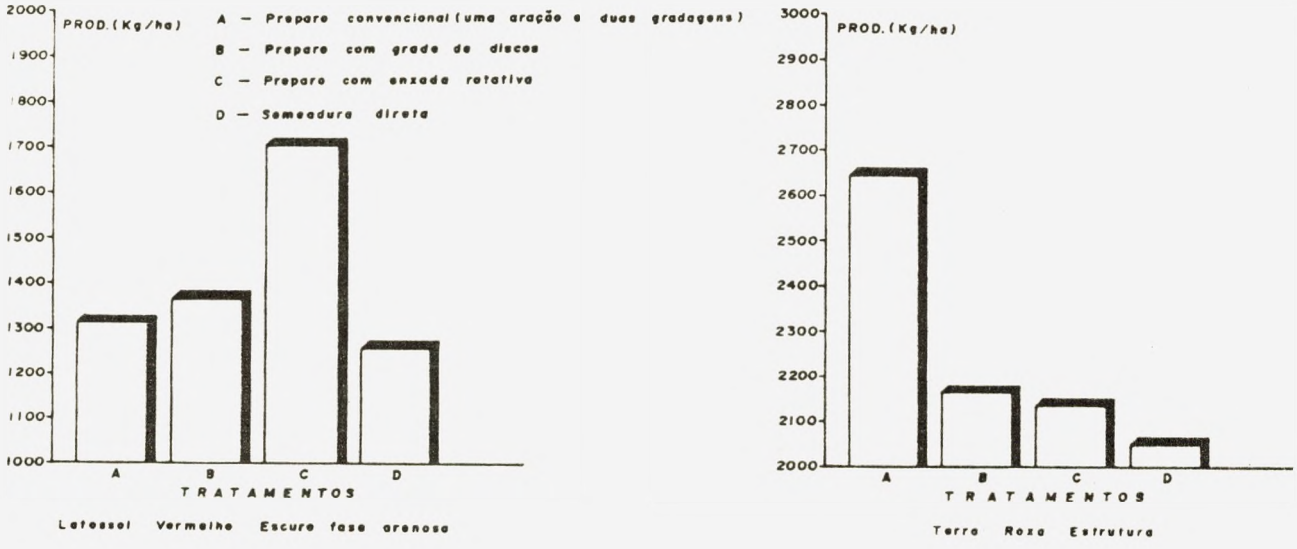


FIGURA 1 - Produção em Kg/ha.

Apesar da não ocorrência de diferenças significativas, evidenciou-se então que as produções são mais elevadas na Terra Roxa Estruturada do que no Latossol Vermelho EScuro fase arenosa, fato este também evidenciado pelos autores acima, que afirmaram que a produção é mais afetada pela fertilidade e grau de infestação do solo por ervas daninhas.

No Latossol as produções médias foram: 1313,8; 1364,4; 1703,6 e 1256,6 Kg/ha para os tratamentos de uma aração e duas gradagens, duas gradagens, enxada rotativa e plantio direto, respectivamente; na Terra Roxa Estruturada foram: 2647,1; 2163,9; 2136,1 e 2050,4 kg/ha na mesma ordem acima descrita.

Há um grande interesse nos métodos de cultivo, nos anos recentes. Uma controvérsia viva está em pauta sobre os méritos relativos aos diferentes sistemas de cultivo, o que poderá ser elucidade com o aumento de pesquisas nesta área

AGRADECIMENTOS

À Fábrica Nacional de Implementos S.A., à Companhia Imperial de Indústrias Químicas do Brasil, Du Ponto do Brasil S.A.

LITERATURA CITADA

BOWERS, W. e BATEMAN, H.P. Reserch studies of minimum tillage, *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.* 3:1 - 3 e 12. 1960.

FREE, G. R. Minimum tillage for soil and water conservation. *Agric. Engeng.* 41: 96-99 e 103. 1960.

FROST, K.R. Shallow strip tillage in seedbed preparation. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.* 9: 456-457. 1966.

JONES, J.N. MOODY, J.E., SHEAR, G.M., MOSCHLER, W.W. e LILIARD, J.H. The no-Tillage system for corn (Zea mays. L) *Agron. J.* 60: 17-20. 1968.

LEME, H.A. Cultivo mínimo, nova técnica da agricultura tratorizada, com prática na conservação dos solos. In: *Anais do 1º Congresso Nacional de Conservação do solo*. Campinas, Secretaria da Agricultura, Departamento de Engenharia e Mecânica Agrícola, 223-226. 1960.

MARQUES, J.Q.A. e BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação a produção e erosão. *Bragantia*. 20: 403-459. 1961.

MEYER, L.D. e MANNERING, J.V. Minimum Tillage for corn: its effect on infiltration and erosion. *Agric. Engng.* 42: 72-75 e 86-87. 1961.

MUSGRAVE, R.B., ZWERMAN, P.J. e ALDRICH, S.R. Plow-planting of corn. *Farm Research*. 22:9. 1955.

PEREIRA, L.R. e BOUGLÉ, B.R. Informe preliminar sobre o ensaio *"Estudo do sistema de produção Soja-Trigo"*. Reunião conjunta de pesquisa de Soja RS/SC. Santa Maria. RS. Vol II, 74-75. 1976.

ROCKWOOD, W.G. e LAL, R. Mulch-tillage: a technique for soil and water conservation in tropics. *Span.* 17(2): 77-79. 1974.

TOMAZINE, R.G.A. e PERETTI, M.A. *Aspectos econômicos da semeadura direta na cultura de soja,* Reunião conjunta de pesquisa de soja. RS/SC. Santa Maria. RS. Vol II, 86-92. 1976.

VIEIRA, C. e FRAZIER, R.D. Cultivo mínimo, nova técnica tratorizada. *Revista Ceres,* 11: 240-246. 1961.

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA SOJA (Glycine max (L) Merril)

S.H. Benez*
C.A. Gamero*
C. Piedade Jr.*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento do sistema radicular da cultura de soja, Glycine max (L.) Merril em condições de campo, utilizando quatro tipos de preparo periódico do solo: preparo convencional (uma aração e duas gradagens) preparo com grade de discos, preparo com enxada rotativa e semeadura direta. O ensaio foi instalado em dois tipos de solos: Latossol Vermelho Escuro fase arenosa e Terra Roxa Estruturada.

Os dados obtidos permitiram observar que o sistema radicular da soja é mais desenvolvido, em peso seco, nos solos de textura arenosa (LVE aren.) e mais superficial em solos de textura argilosa (TRE).

Os tratamentos que proporcionaram peso seco de raízes maiores foram em ordem decrescente: Enxada rotativa; Aração e duas gradagens; Grade de discos; Semeadura direta em solos de textura arenosa. Em solos de textura argilosa foram: Aração e duas gradagens; Enxada rotativa; Semeadura direta; Grade de discos.

SUMMARY

The main objectives of this paper were to study the behavior of a soybean crop (Glycine max (L) Merril) on two soil types (Dark Red Latosol - Sandy Phase and Terra Roxa Estruturada), and four tillage treatments under field conditions.

The tillage treatments were obtained by: one plowing and two tandem disking, two tanden disking, ordinary rotary and direct planting with rotocaster equiped with seeding and fertilizer unit.

We observed that dry weight of roots was higher and root distribution was deeper for sandy soil than for the clay one.

The treatments that obtained highest dry weight were in decrescent order: ordinary rotary, one plowing and two tandem - disking, two tandem disking and direct planting for the sandy soil and for the clay one were: one plowing and two tandem disking ordinary rotary, direct planting and two tandem disking.

INTRODUÇÃO

Há muito tempo, os pesquisadores se têm interessado pela estrutura e atividade do sistema radicular das plantas, realizando estudos sistemáticos e detalhados. Grandes contribuições foram dados por CANNON (1911), MODESTOV (1916), MILLER (1916) e WEAVER (1926). Experimentos têm sido conduzidos na URSS e em ou

(*) Professores do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas, "Campus" de Botucatu - UNESP.

tros países, particularmente nos: EUA, Japão, Inglaterra, Alemanha, Itália, Hungria e Rumênia. Novos métodos de estudo são desenvolvidos com o objetivo de conceituar melhor a grande importância do sistema radicular para o bom desenvolvimento das plantas.

Objetivou-se, no presente trabalho, o estudo dos efeitos dos sistemas de preparo periódico do solo, sobre a formação do sistema radicular da soja, Glycine max (L) Merril.

MECH et alii (1967), trabalhando com duas técnicas de preparo do solo na cultura de alfafa, em solo de textura argilosa, observaram que o preparo do solo por aração profunda reduziu a densidade aparente do solo, aumentou a proliferação do sistema radicular e a produção. Esses resultados confirmaram a premissa sob a qual desenvolveram o trabalho, isto é, que a alteração das características físicas do perfil do solo acarretam alterações nas condições de umidade, melhora a zona de crescimento das raízes e aumenta, consequentemente, a produção. As técnicas de preparo do solo utilizadas foram aração profunda e desagregação da camada superficial do solo por enxada rotativa.

ECK e DAVIES (1971) estudaram várias técnicas de preparo do solo e suas influências nas produções, distribuições e atividade das raízes do sorgo, beterraba e soja. Concluíram que a aração profunda tende a diminuir as produções de raízes das espécies vegetais utilizadas. A produção de raízes diminui com a profundidade nos tratamentos de rotação - (20 centímetros) e aeração - (90 centímetros) - mas tendem a ser uniformemente distribuídas através dos 90cm do perfil, quando houve aplicação de Na_2CO_3 no fundo do sulco de aração.

Em experimentos de campo realizados em 71/73, procurando determinar os efeitos dos sistemas de preparo do solo e dos métodos de aplicação de fertilizantes na produção da cultura de soja, RAMOS e DEDECEK (1975) observaram que os métodos de cultivo mínimo proporcionaram altas concentrações de raízes na camada mais superficial do solo, que, sendo mais fértil, teriam acarretado as produções mais altas, neste tipo de preparo do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental "Presidente Emílio Garrastazu Médici", Botucatu, Estado de São Paulo. Os campos experimentais foram definidos pelas coordenadas geográficas, 25°51' - 22°50' latitude sul e 48°24' - 48°26' longitude oeste, com altitude média de 800 metros. Utilizou-se dois tipos de solos diferentes: Latossol Vermelho Escuro fase arenosa, possuindo uma situação de meia encosta com exposição face leste, com baixa fertilidade e pH baixo e Terra Roxa Estruturada com situação de meia encosta, exposição face leste, fertilidade média e pH baixo.

O método de estudo do sistema radicular utilizado foi o descrito por KOLESNIKOV (1971) com algumas modificações e adaptações.

Os tratamentos e equipamentos utilizados foram:

Tratamento A - Preparo convencional (uma ração e duas gradagens): trator MF-265, arado Baldan de 3 discos de 71,12 centímetros de diâmetro, grade de 32 discos de 45,72 centímetros de diâmetro e semeadora-adubadora Jumil de 3 linhas individuais

Tratamento B - Preparo com grade de discos: trator MF-265, grade de 32 discos de 50,8 centímetros de diâmetro e semeadora-adubadora Jumil de 3 linhas individuais.

Tratamento C - Preparo com enxada rotativa: trator MF-265, Rotavator FNI e semeadora-adubadora Jumil de 3 linhas individuais.

Tratamento D - Semeadura direta: trator MF-265 e Rotacaster FNI.

Em todos os tratamentos foram utilizados aplicador de calcáreo de filetes contínuos e pulverizador Hatsuta H-420 para aplicação de herbicidas.

Na instalação do ensaio, foram delimitadas áreas em cada tratamento, que por ocasião da maturação da cultura, forneceriam dados de distribuição do sistema radicular das plantas de soja, em condições de campo. Estas áreas, durante todo o período de desenvolvimento da cultura, tiveram um tratamento especial que consistia no arrancamento manual das ervas daninhas em estágio inicial de desenvolvimento vegetativo.

No estágio inicial de maturação da cultura, foram selecionadas onze plantas de uma mesma linha, ao redor das quais se abriu uma trincheira com um bloco monolítico em seu interior, com 0,50m x 0,52m x 0,50m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente. Este bloco foi seccionado em profundidades variando de 5 em 5cm horizontalmente, juntamente com as raízes (Fig. 1).

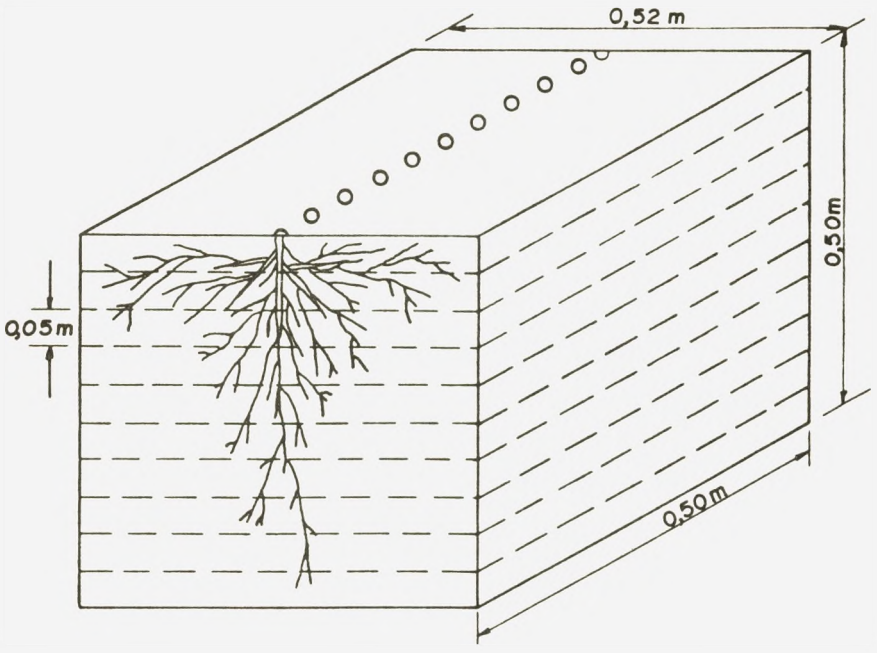


FIGURA 1 - Esquema do bloco monolítico utilizado para a coleta do sistema redicular contendo 11 plantas.

O solo correspondente a cada secção foi lavado com água, em peneira com malhas de 2 x 2mm, para separar o solo do sistema radicular das plantas. A seguir, o material que atravessou esta peneira foi conduzido a uma outra com malhas menores (peneira 20), para separar as radicelas não retidas na primeira peneira. Logo após, o material coletado foi lavado cuidadosamente em peneira número 200, para retirar as impurezas remanescentes, ainda aderidas às raízes. Finalizando o processo, colocou-se as raízes em um becker (2 litros) com água, para separar por diferenças de densidade, outros corpos inertes, como carvão e raízes secas, que pudessem afetar a precisão da metodologia empregada.

As raízes limpas foram secas em estufa a 105^{0}C durante 24 horas, pesadas a seguir em balança analítica de precisão, para determinar o peso seco.

O peso obtido corresponde ao sistema radicular de 10 plantas, conforme ilustração da Figura 1. As plantas das extremidades longitudinais do monolito foram seccionadas ao meio, fornecendo, assim, o número de plantas citado, utilizado para obtenção do peso médio de raiz por planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dada à complexidade, tempo e disponibilidade de recursos, os resultados apresentados elucidam alguns aspectos interessantes, mas sua comprovação demandaria um número maior de repetições por tratamento, que foram impraticáveis nas condições em que o trabalho foi desenvolvido.

Mas, devido à falta completa de informação neste trabalho, no Brasil, procurou-se fazer uma estimativa do comportamento provável do sistema radicular da soja, em função do tipo de preparo do solo.

Os locais de onde foram retiradas as amostras eram próximos e dentro da área de maior homogeneidade, dentro dos campos experimentais, para reduzir as influências que não as do preparo do solo.

Os resultados obtidos encontram-se ilustrados nas Figuras 2 a 9.

Prof.	Trat A	Trat. B	Trat C	Trat. D
0 - 5 cm	0,736	0,710	0,782	0,304
5 - 10 cm	1,090	1,408	1,498	0,855
10 - 15 cm	0,542	0,154	0,537	0,606
15 - 20 cm	0,288	0,120	0,125	0,317
20 - 25 cm	0,100	0,068	0,151	0,090
25 - 30 cm	0,080	0,065	0,074	0,053
30 - 35 cm	0,089	0,060	0,094	0,046
35 - 40 cm	0,068	0,064	0,085	0,043
40 - 45 cm	0,063	0,021	0,046	0,047
45 - 50 cm	0,025	0,020	0,028	0,036
SOMA	3,081	2,690	3,420	1,004

FIGURA 2 - Peso seco do sistema radicular (gramas). (LVE oren.)

Prof.	Trat A	Trat B	Trat. C	Trat. D
0 - 5 cm	1,309	0,781	1,140	0,846
5 - 10 cm	0,620	0,418	0,804	0,399
10 - 15 cm	0,290	0,120	0,141	0,226
15 - 20 cm	0,110	0,076	0,091	0,105
20 - 25 cm	0,069	0,046	0,084	0,084
25 - 30 cm	0,046	0,036	0,052	0,062
30 - 35 cm	0,050	0,046	0,044	0,056
35 - 40 cm	0,040	0,027	0,040	0,066
40 - 45 cm	0,029	0,026	0,040	0,046
45 - 50 cm	0,025	0,015	0,043	0,039
SOMA	2,588	1,591	2,484	1,929

FIGURA 3 - Peso seco do sistema radicular (gramas). (TRE.)

Prof	Trat A	Trat B	Trat C	Trat D
0-5 cm	23,89	26,39	22,86	12,68
5-10 cm	35,38	52,34	43,80	35,67
10-15 cm	17,59	5,72	15,70	25,28
15-20 cm	9,35	4,46	3,65	13,22
20-25cm	3,24	2,53	4,41	3,75
25-30cm	2,60	2,42	2,16	2,21
30-35cm	2,89	2,23	2,75	1,93
35-40cm	2,21	2,38	2,49	1,79
40-45cm	2,04	0,78	1,35	1,96
45-50cm	0,81	0,75	0,83	1,51

FIGURA 4 - Porcentagem em peso seco da distribuição do sistema radicular. (LVE arenosa)

Prof.	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D
0 - 5 cm	50,58	49,09	45,89	43,86
5 -10cm	23,96	26,27	32,37	20,68
10 -15 cm	11,20	7,54	5,68	11,72
15 -20cm	4,25	4,78	3,66	5,44
20 -25cm	2,67	2,89	3,38	4,35
25 - 30cm	1,78	2,26	2,09	3,22
30 - 35cm	1,93	2,89	1,77	2,90
35 -40cm	1,54	1,70	1,81	3,42
40 -45cm	1,12	1,64	1,61	2,38
45 -50cm	0,97	0,94	1,74	2,03

FIGURA 5 - Percentagem em peso seco da distribuição do sistema radicular. (TRE.)

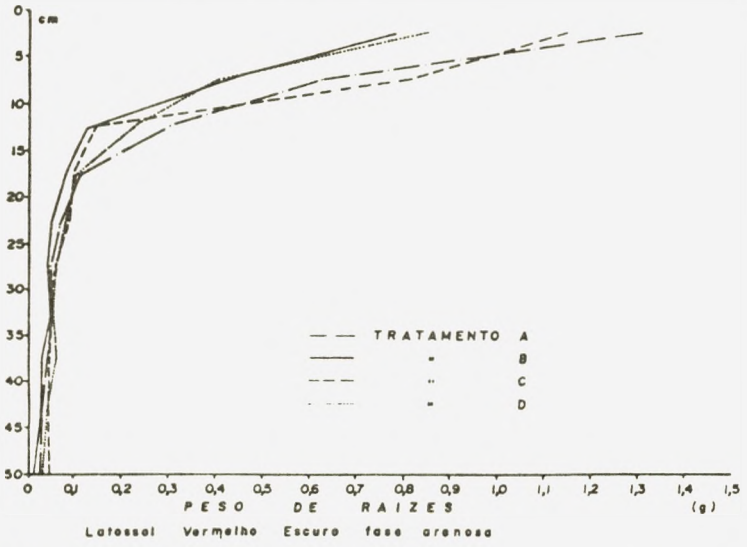


FIGURA 6 - Distribuição em peso seco do sistema radicular no perfil do solo de 0 a 50cm.

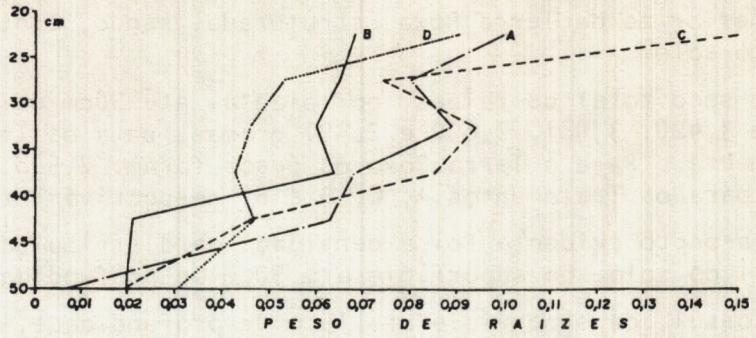


FIGURA 7 - Distribuição em peso seco do sistema radicular no perfil do solo de 20 a 50cm. (LVE aren.)

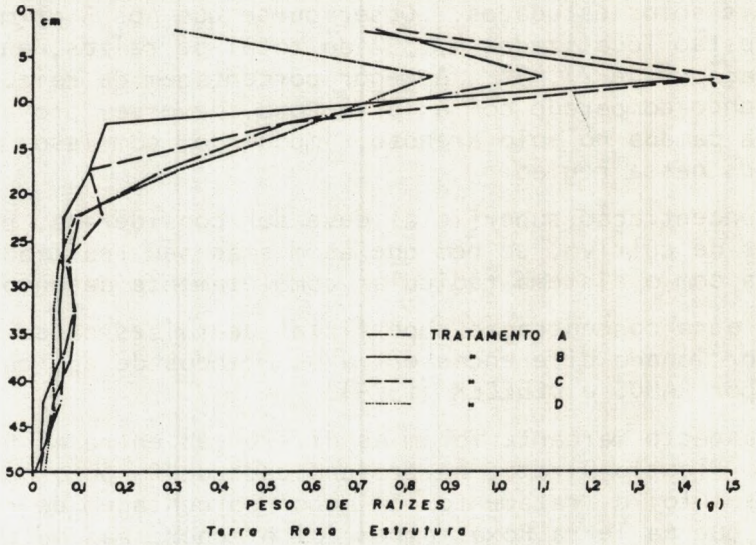


FIGURA 8 - Distribuição em peso seco do sistema radicular no perfil do solo de 0 a 50 cm.

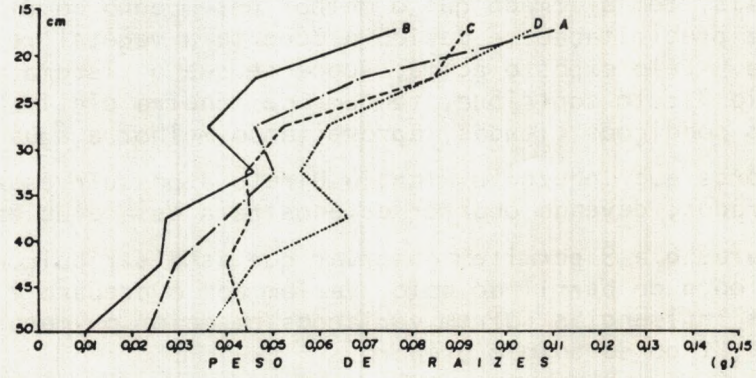


FIGURA 9 - Distribuição em peso seco do sistema radicular no perfil do solo de 15 a 50cm. (TRE.)

No Latossol Vermelho Escuro fase arenosa, o peso seco médio de raiz por planta foi superior ao da Terra Roxa Estruturada, sendo, contudo, mais superficial neste último solo.

O peso seco total de raízes, por planta, até 50cm de profundidade, no Latossol, foi de 3,420, 3,081, 2,690 e 2,397 gramas, para os Tratamentos **C**, **A**, **B** e **D**, respectivamente. Para a Terra Roxo os pesos foram: 2,588, 2,484, 1,929 e 1,591 gramas, para os Tratamentos **A**, **C**, **D** e **B**, respectivamente.

Outro aspecto evidente foi a densidade de distribuição das raízes, ao longo do perfil do solo, da superfície até 50cm de profundidade.

No Latossol, da superfície até 15cm de profundidade, obteve-se as seguintes porcentagens de peso seco: 76,86, 84,45, 82,36 e 73,63 para os Tratamentos **A**, **B**, **C** e **D**, respectivamente. Na mesma profundidade na Terra Roxa as porcentagens de peso seco foram: 85,74, 82,90, 83,94 e 76,26 para os tratamentos na ordem acima.

Esse acúmulo de raízes na camada superficial do solo, segundo RAMOS e DE DECEK (1975) deve-se à maior fertilidade dessas camadas, o que coincide com os resultados obtidos.

As Figuras 2 a 5 apresentam os resultados de peso e porcentagens de raízes para os dois solos estudados. Observou-se que nos 5 primeiros centímetros na Terra Roxa estão localizados 47,35% do total de raízes, enquanto que no Latossol a concentração é de 21,45%. A menor porcentagem de raiz, nessa profundidade no Latossol,quando comparado com a Terra Roxa, deve-se, provavelmente, ao rápido secamento dessa camada no solo arenoso, impedindo, com isso, um maior desenvolvimento das raízes nessa região.

Essa concentração superficial deve ser considerada, principalmente, devido às operações de cultivo, se bem que as mesmas são realizadas, quando a soja não se encontra com o sistema radicular completamente desenvolvido.

Talvez essa concentração superficial de raízes na cultura de soja, é que não tenha proporcionado diferenças entre os métodos de aplicação de fertilizantes estudados por RAMOS e DEDECEK (1975).

Outro aspecto marcante foram as diferenças entre as porcentagens de peso seco de raiz no Plantio Direto, na profundidade de 0 - 5cm, nos dois tipos de solos. No Latossol foi o tratamento com menor porcentagem de raiz neste profundidade, enquanto que na Terra Roxa também foi o menor, mas muito próximo da média dos outros tratamentos.

No Latossol, a maior concentração de raízes para o Plantio Direto ocorreu de 5 a 10cm, enquanto que na Terra Roxa foi de 0 - 5 centímetros.

Quanto à quantidade de raízes de 15 a 50cm, foi observado que o Plantio Direto possui, neste intervalo de profundidade, nos dois tipos de solos, o maior peso seco de raízes, e uma melhor distribuição porcentual nos intervalos estudados.

Vários autores em estudos comparativos entre o Plantio Direto e os métodos convencionais, têm afirmado que o melhor desempenho do Plantio Direto em períodos de baixa precipitação, é devido à cobertura vegetal residual, que impede a perda de água. Pelo exposto acima, supõe-se que o sistema radicular mais profundo no Plantio Direto contribua, também, de maneira efetiva, para seu melhor desempenho, nas condições citadas, aproveitando melhor a água disponível no solo

Os fatores que induzem o Plantio Direto a possuir essa distribuição radicular são ignorados, devendo ocorrer estudos para essa elucidação.

As Figuras 6 a 9 permitem observar que as distribuições das quantidades de raízes, ao longo do perfil do solo, variam com o preparo e tipos de solos utilizados. Essas influências sofrem variações em maior ou menor grau, dependendo da profundidade, tipo de solo e preparo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fábrica Nacional de Implementos S.A., Du Pont do Brasil S.A. e à Companhia Imperial de Indústrias Químicas do Brasil.

LITERATURA CITADA

CANNON, W.A. The root habits of desert plants, carnegy inst. Washington, publ. 131, 1911.

ECK, H.V. e DAVIES, R.G. Profile modification and rost yield, distribution and activity. *Agronomy Journal*. 63 (6): 934-937. 1971.

KOLESNIKOV, V. The root system of fruit plants. *Mir Publishers*. Moscow. 1971.

MECH, S.J. Soil profile modifivation by backhoe mixing and dup plowing. *Trans. of ASAE*. 18 (4): 775-779. 1967.

MILLER, E.S. "The root systems of agricultural plants." *Journ. Amer. Soc. Agronom.*, 8, 1916.

MODESTOV, A.P. "Study of the root systems of flax (in *Russian*). *Izv. Mosk s. kh. In-ta, g. XXI*, 4, 1916.

RAMOS, M. e DEDECEK, R. *Efeitos de Sistemas de Preparo do Solo e Modos de Aplicação de Fertilizantes na Produção da Soja*. In Anais do Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 15º, Campinas-SP 1976, p. 555-558.

WEAVER, I.E. *Root Development of Field Crops*. Mc. Graw Hill Book Co. New York, 1962.

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE SEGA CIRCULAR EM SULCADORES COM DUPLA AIVECA

S.H. Benez*
C. Piedade Jr.*
C.A. Gamero*

RESUMO

A densa cobertura vegetal tem sido o maior problema a a ser vencido, para uma utilização adequada dos sistemas de cultivos reduzidos.

Com o objetivo da resolução do problema, foi projetado e construído um sulcador de dupla aiveca, com uma sega circular na sua parte frontal, para o corte da vegetação. A profundidade do sulco e da seca são reguláveis, possuindo, esta última, um mecanismo de pressão, para regulagem da sua profundidade, em função das condições operacionais.

Os resultados obtidos evidenciaram que o sulcador sem a sega circular não possui aplicabilidade prática em solos com densa cobertura vegetal. O sulcador com a sega circular mostrou-se altamente eficiente, na abertura de sulcos, não sendo influenciado pela cobertura vegetal, profundidade dos sulcos e profundidade de corte da sega circular.

SUMMARY

High weed infestation and stubble-mulch are one of the highest problems of minimum tillage system.

The main of this paper were to try solving this difficulty.

Lister botton was made with two opposed moldboard and one front rolling coulter.

The depth of the furrow and the rolling coulter are adjustable, having a tension spring.

We observed that the lister botton with two opposed mold board without the rolling coulter, has not practice applicability, on high weed infestations and stubble-mulch.

The lister botton with the rolling coulter worked very well to open furrow, without influence of weed infestation, and stuble-mulch, depths of furrow and rolling coulter.

INTRODUÇÃO

Nos trabalhos de preparo do solo, desenvolvidos no Brasil, na grande maioria dos casos, utilizam-se de uma gradagem de homogenização do solo, ou a retirada da cobertura vegetal da área a ser trabalhada.

Essa cobertura vegetal, normalmente densa, traz sérios obstáculos à implantação do cultivo mínimo ou à redução das operações de preparo do solo. Seus efeitos são minimizados quando a vegetação é retirada ou cortada através da ação da gradagem, que provoca uma redução do tamanho da vegetação, permitindo um melhor desempenho das máquinas nas operações subsequentes.

(*) Professores do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas "Campus de Botucatu" - UNESP.

Como o objetivo principal é a redução do número de operações de preparo do solo, o expediente utilizado invalida toda aplicação prática dos resultados obtidos, uma vez que essas operações devem ser consideradas como de preparo do solo.

Vários equipamentos têm sido desenvolvidos para eliminar ou reduzir o efeito da cobertura vegetal.

A maioria dos equipamentos para cultivo mínimo tem, como elemento básico o arado, e em torno dele tem sido feita grande parte das tentativas de novos métodos de preparo do solo e semeadura.

MUSGRAVE et alii (1955) desenvolveram um equipamento para aração e semeadura em uma única operação. Trabalharam com arado de três aivecas de 35,56cm cada uma e com uma semeadura com uma linha montada atrás do arado, operando no meio da última das três aivecas, fornecendo um espaçamento de 106cm entre fileiras. Adaptaram esse sistema a um arado com 5 aivecas de 35,56cm cada uma, para duas fileiras com 99cm entre si. Usaram, nos dois casos, reguladores de profundidade nas unidades de semeadura, as quais tinham a função de preparar o local de semeadura, compactando e nivelando o solo somente nas fileiras.

Afirmaram que uma aração deficiente interfere no bom desempenho da semeadora e que isto ocorre, principalmente, em solos secos ou com uma densa cobertura vegetal.

WINKELBLECH (1952) desenvolveu um equipamento semelhante, com um arado montado no trator e uma semeadora de fileira.

COOK et alii (1958) fizeram um relato completo dos seguintes sistemas desenvolvidos na "Michigan State University:" aração e compactação em uma operação com posterior semeadura; aração, compactação e semeadura em uma operação; aração e gradagem, com grade de mola de dentes, em uma operação, com posterior semeadura; aração e cultivador rotativo com posterior semeadura; semeadura nos sulcos compactados pela roda do trator e aração, cultivo rotativo e semeadura em uma única operação.

BOWERS e BATEMAN (1960) adaptaram, ao sistema desenvolvido por MUSGRAVE et alii (1955) duas lâminas de aço presas na frente de uma roda de pressão com 49,50 kg, estendidas 17,78cm de cada lado com um ângulo de 45^0 entre si. As funções dessas lâminas consistiam em controlar a profundidade de semeadura e remover os torrões da fileira de semeadura.

SWAMY RAO et alii (1960) trabalharam com um equipamento de aração e semeadura no sulco compactado por uma roda especial de pressão.

MEYER e MANNERING (1961) utilizaram um arado de três aivecas e uma semeadora de uma fileira, montada lateralmente no trator, para o sistema de aração e semeadura em uma só operação. Para a semeadura nos sulcos compactados pelas rodas do trator, utilizaram-se uma semeadora com quatro linhas. No sistema de aração e semeadura em uma única operação, com uniformização do terreno, empregaram uma grade de discos acoplada atras do arado.

LARSON (1963) relata os equipamentos para os sistemas de: aração e semeadura, semeadura nos sulcos compactados pelas rodas do trator, semeadura em sulcos e preparo combinado com a semeadura.

MOREHEAD (1942), NUTT et alii (1943), ACKERMAN e EBERSOLE (1945) e CHASE (1945), visando a redução da erosão hídrica e eólica, ao aumento da infiltração da água e ao aumento da produção, desenvolveram equipamentos de preparo de subsuperfície que têm, por fim, deixar os restos vegetais na superfície do solo ou próximo dela. Esses equipamentos consistem de barras horizontais e enxadinhas extirpadoras capazes de desagregar o solo a pequena profundidade sem revirá-lo, deixando uma cobertura morta na superfície. FROST (1966) utilizou um rotor com enxadinhas abrindo um sulco estreito no solo, onde as sementes foram depositadas ficando a cobertura vegetal sobre o solo que não foi trabalhado.

MARQUES e BERTONI (1961) trabalharam com preparo de subsuperfície, usando um arado de aiveca sem a relha tombadora.

BENEZ (1972) trabalhando em solos com altas infestações de ervas daninhas, observou que havia necessidade de desenvolvimento de máquinas que fossem eficientes na condição citada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi idealizado e construído um sulcador, de largura regulável, com uma sega circular para o corte da cobertura vegetal (Figura 1). A profundidade de trabalho é regulável através do sistema hidráulico do trator. A pressão da sega contra o solo é variável com a utilização de uma mola de pressão.

O sulcador é basicamente de um arado de dupla aiveca, ajustáveis. Essas aivecas possuem articulações que permitem uma abertura mínima de 42cm e máxima de 60cm, medidas na parte superior das mesmas (Figura 2).

A relha é dupla e possui um prolongamento até a coluna de fixação. O comprimento horizontal da relha foi reduzido para permitir a regulagem das aivecas.

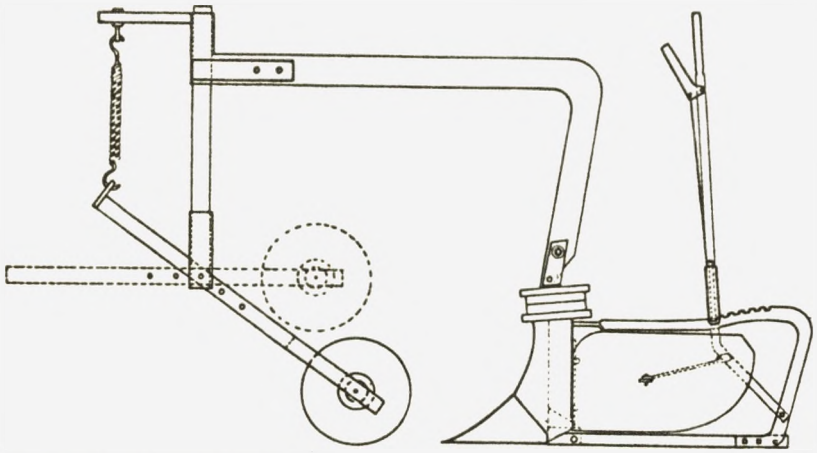


FIGURA 1 - Vista lateral

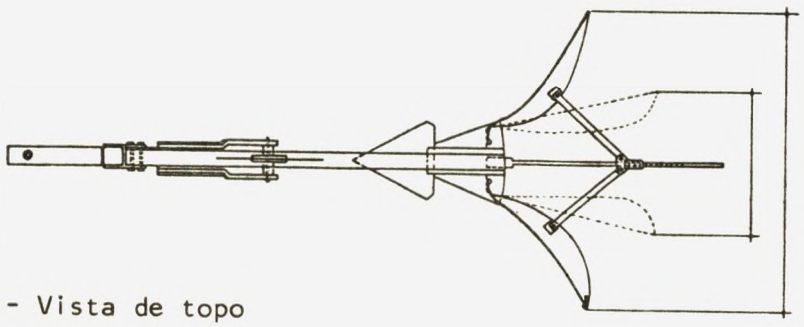


FIGURA 2 - Vista de topo

As duas aivecas articuladas estão unidas através de barras, as quais promovem a variação da abertura das mesmas, quando acionadas por uma alavanca, com seis pontos de regulagens.

Possui um apo recurvado, que é fixado na barra porta-ferramentas, de engate de três pontos.

No apo, na parte anterior ao sulcador, está acoplada uma sega circular. Esta sega possui um mecanismo regulagem vertical e um de regulagem de pressão O mecanismo de regulagem de pressão é constituído por uma mola com regulagem e 3 articulações no garfo, onde está montada a sega circular.

Variando-se esses pontos e a pressão da mola, obtém-se diferentes pressões da sega contra o solo, para as mais variadas situações de trabalho. Esse sistema móvel serve também como mecanismo de segurança.

Quanto aos tipos dos materiais utilizados, não houve preocupação maior neste sentido, uma vez que foram adaptadas várias peças existentes no mercado. Outro fato é que o equipamento foi projetado para determinado tipo de teste onde o desgaste por abrasão seria pequeno.

A estrutura de suporte foi dimensionada com base nos esforços determinados por CONTI (1942).

Uma vez construído foi testado em um solo Latossol vermelho escuro fase arenosa, com a seguinte cobertura vegetal predominante: capim-sapé (Imperata brasilienses, Trim), capim-seda (Cynodon dactylon Pers), capim-favorito (Thricholaena teneriffe Port), capim-marmelada (Brachiaria plantaginea Kink), cipó-São João (Pyrostegia ignea (vell) Pres.).

Os testes foram feitos com o sulcador com e sem a sega circular.

As profundidades do sulco foram de 15 e 25cm, para o sulcador com e sem a sega.

A profundidade de corte da sega foi de 5 e 10cm, para as profundidades dos sulcos de 15 e 25 centímetros.

Foram demarcadas 30 linhas com 30 metros de comprimento cada uma, sendo o comprimento útil de 20 metros.

O objetivo dos testes foi determinar o grau de "embuchamento" (número de vezes em que ocorreu acúmulo excessivo de vegetação no sulcador), nas duas condições citadas.

As profundidades de trabalho foram previamente determinadas e se marcou os pontos correspondentes no quadrante do sistema hidráulico. A ajustagem final foi realizada nos cinco primeiros metros, antes do início do comprimento útil do sulco.

Para determinação do número de "embuchamentos", deslocou-se o sulcador ao longo do sulco de 20 metros. Quando o acúmulo de vegetação começava a interferir no desempenho do sulcador, parava-se o sulcador, retirando as ervas e se iniciando novamente o deslocamento até nova ocorrência de excesso de vegetação, podendo, desta maneira, até o final do sulco previamente demarcado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o procedimento dos ensaios de campo, não ocorreram problemas de ordem mecânica, sendo satisfatório o desempenho nesse sentido.

Pelos resultados obtidos (Quadro 1) verificou-se não haver necessidade da análise da variância, uma vez que as diferenças foram marcantes e constantes. As pequenas diferenças podem ser atribuídas às alterações na cobertura vegetal, ao longo dos sulcos.

QUADRO 1 - Número de "Embuchamentos" por 20 Metros de Sulco

Nº	SULCADOR SEM SEGA		SULCADOR COM SEGA			
	Profundidade do Sulco (cm)		SUCLO DE 15 cm		SULCO DE 25 cm	
			Profundidade da Sega (cm)		Profundidade da sega (cm)	
	15	20	10	15	10	15
1	2	2	0	0	0	0
2	1	2	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0
4	2	2	0	0	0	0
5	2	2	0	0	0	0
m̂	1,6	1,8	0	0	0	0

Houve ligeira variação do número de "embuchamentos" somente quando o sulcador foi utilizado sem a sega circular, nas profundidades de 15 e 20cm.

Quando a sega foi utilizada a 5 e 10cm de profundidade, para as profundidades dos sulcos de 15 e 25cm, não ocorreu nenhum "embuchamento." Este fato evidencia a eficiência da sega circular, na abertura de sulcos, em solos com densa cobertura vegetal.

Outra observação importante diz respeito à profundidade de trabalho da sega. Não ocorrem diferenças entre o número de "embuchamentos" quando essa profundidade varia de 10 e 15 centímetros.

Uma vez que não ocorreram diferenças, a profundidade mais recomendada é a menor, pois diminui os esforços no mecanismo de pressão da sega.

Quanto à operação do sulcador sem a sega circular, mostrou-se inviável para as condições de solo, com alta densidade de vegetação.

Pelo exposto, pode-se recomendar a adaptação da sega circular, na parte frontal dos sulcadores, quando os mesmos forem operar em solos com cobertura vegetal excessiva.

Esse sistema modificado e adaptado às semeadoras convencionais, pode permitir a redução das operações de preparo do solo, pois as mesmas visam, principalmente, a erradicação da cobertura vegetal, além de outros fatores.

CONCLUSÕES

Os testes de campo mostraram que:

- O sulcador sem a sega circular apresenta alto grau de "embuchamento", não sendo recomendada a sua utilização em solos com densa cobertura vegetal.

- O sulcador com a sega circular foi altamente eficiente na abertura de sulcos, não sendo influenciado pela cobertura vegetal, profundidade dos sulcos e profundidade de corte da sega circular.

- A profundidade de corte mais indicada para a sega circular foi a de 10 centímetros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fábrica Nacional de Implementos S.A., Du Pont do Brasil S.A. e à Companhia Imperial de Indústrias Químicas do Brasil.

LITERATURA CITADA

ACKERMAN, F.G. e EBERSOLE, J.C. Prerequisites of a sweep stubble mulch tillage implement for southern high plains. *Agric. Engeg.* 26: 245-250. 1945.

BENEZ, S.H. Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho(*Zea mays L.*) em solo Podzólico Vermelho Amarelo Var. Laras. Tese de Doutoramento apresentada a E. S.A. "Luiz de Queiroz" da Univ. de São Paulo. 1972. 108 p., mimeogr.

BOWERS, W. e BATEMAN, H.P. Research studies of minimum tillage. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.* 3: 1960. 1 - 3 e 12.

CHASE, L.W.A. Study of subsurface tiller blades. *Agric. Engng.* 23: 43-45. 1945.

CONTI, M. Tratado de Mecánica Agrícola, *Biblioteca Agr. y Vest.* B. Alves, 1942.

COOK, R.L., MECOLLY, H.F., ROBERTSON, L.S. E HANSEN, C.M. Save money-water-Soil with minimum tillage. *Michigan State University.* Extension Bulletin 352. 1958 23 p.

FROST, K.R. Shallow strip tillage in seedbed preparation. *Trans. Am. Soc.Agric. Engrs.* 9: 456-457. 1966.

LARSON, W.E. Zone system for corn. *Molline, Illinois, Published by John Deers,* 27 p. 1963.

MARQUES, J.Q.A. e BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação a produção e erosão. Bragantia. 20: 403-459. 1961.

MEYER, L.D. e MANNERING, J.V. Minimum tillage for corn: *its effect on infiltration an erosion. Agric. Engng.* 42: 72-75 e 86-87. 1961.

MOREHEAD, H.A. Equipament for subsurface tillage. *Agric. Engng.* 23: 46 e 64. - 1942.

MUSGRAVE, R.B., ZWERMAN, P.J. e ALDRICH, S.R. Plow-planting of corn. *Agric. Engng.* 36: 593 - 594. 1955.

NUTT, C.B., MCDAMS, W.E. e PEELE, T.C. Adapting farm machinery to mulch culture. *Agric. Engeg.* 24: 304 - 305. 1943.

SWAMY RAO, A.A., HAY, R.C. e BATEMAN, H.P. Effect of minimum tillage on physical properties of soils and crop response. *Trans. Am. Soc. Agric. Engrs.* 3: 8 - 10. 1960.

WINKELBLECH, C.S. How to build plow-plant equipament. *Cornell Ext. Bull. 331,* - Univ. Cornell. 1957. 6 p.

INOVAÇÃO NO BOCAL DE PULVERIZAÇÃO DE UM PULVERIZADOR PNEUMÁTICO PARA MELHOR FRAGMENTAÇÃO DA CALDA

H.G. Corrêa*

RESUMO

Para que a fragmentação da calda seja adequada, no processo pneumático de pulverização, o ar ao nível do bocal de pulverização deve ter velocidade apropriada; baixa velocidade conduz à pulverização grosseira.

Investigou-se a velocidade do ar no ducto de saída de um pulverizador pneumático, encontrando-se a posição mais favorável para colocação do "bico" dosador.

Nas aplicações a baixo volume, a amostragem de gotas realizadas com o aparelho em condições normais (como ele é oferecido ao usuário), apresentaram D.M.V. 30% e Diâmetro Numérico Mediano 40% mais amplos que os da amostragem com a inovação.

Nas mesmas condições de vazão, o coeficiente de homogeneidade da população de gotas com bocal original, foi de 29% sendo que, após a introdução da modificação, o coeficiente elevou-se para 35%.

Este desenvolvimento pode proporcionar economia de líquido diluente, considerando a melhor cobertura propiciada pela melhor fragmentação da calda.

INTRODUÇÃO

A pulverização de uma calda, entre outras formas, pode dar-se por diferença de velocidade entre o líquido e o ar. Este objetivo pode ser alcançado então por dois processos: o líquido, submetido a pressão é lançado no ar com movimentação desprezível, ou de outro modo, vertido praticamente sem pressão na corrente de ar, que possui velocidade adequada para promover a desejada fragmentação.

Existem algumas vantagens no último processo citado, sendo a mais importante a de que o líquido não precisa passar a alta pressão por orifício, ou seja por um bico, para ser pulverizado. Deste modo, é possível a redução do volume de aplicação por unidade de área, considerando que o aparelho pode operar com menor vazão.

Todavia, para que o processo aconteça de modo satisfatório, a corrente de ar na qual o líquido é lançado, deve possuir velocidade adequada, porquanto baixas velocidades conduzem a fragmentações grosseiras. Para que se obtenha uma boa cobertura com o defensivo, o volume de aplicação por unidade de área se relaciona com o grau de framentação da calda. Em decorrência disto, depreende-se - que a velocidade da corrente de ar nos ductos do pulverizador, deve ser compatível com a obtenção de gotas com diâmetros requeridos.

Por outro lado, existe uma problemática em conduzir a corrente de ar em alta velocidade dentro dos ductos para finalmente lançá-la sobre alvos específicos, no caso as plantas a serem tratadas. Devido a características próprias das máquinas que usam este processo de pulverização, elas se adaptam melhor ao trata

---

(*) Pesquisador Científico da Seção de Máquinas de Implementos de Cult. e Aplicadoras de Defensivos, da Divisão de Engenharia Agrícola, do Instituto Agronômico.

mento de pomares e culturas semelhantes à do cafeeiro.

Outra consideração de ordem econômica, trata-se da potência requerida para obtenção de corrente de ar com velocidade suficiente nos ductos do pulverizador pneumático. Sabe-se que ela é função exponencial dessa velocidade.

Tendo isto em vista, é conveniente a adoção de modificações que conduzam a maior fragmentação da calda, sem aumentar a velocidade do ar nos ductos.

DESCRIÇÃO DA APARELHAGEM E TÉCNICA DE LABORATÓRIO

Utilizou-se um pulverizador pneumático, dotado de oito bocais de saída de ar orientados para atingir plantas dispostas em linhas, como ocorre na cultura do cafeeiro, pessegueiro, macieira etc. Esse pulverizador é acoplado aos 3 (três) pontos do trator e acionado pela tomada de potência (TDP).

Características Genéricas do Aparelho:

- Tanque com capacidade de 150 litros
- Bomba hidráulica do tipo centrífuga
- Restritores de vazão colocados em cada bocal de saída de ar
- Vazão da calda: regulada em 1,70 e 3,75 litros/min
- Ventilador radial dotado de quatro saídas de ar (com 33mm de diâmetro) para cada lado da máquina
- Velocidade angular do ventilador: 5.350 rpm para 1.000 rpm da TDP
- Velocidade média do fluxo de ar nos bocais: 216 km/hora
- Vazão do ar: 20,8 cm^3/min
- Potência absorvida pelo pulverizador a 1.000 rpm da TDP: 5,2 c.v.

Foi verificado o comportamento do fluxo de ar em diversos pontos do bocal, a fim de melhor localizar os restritores de vazão, também denominados "bicos" por facilidade de expressão.

Cada bocal de saída de ar, além do restritor, possui uma estrutura prismática com vértice colocado perpendicularmente e no centro da corrente de ar, a fim de promover maior uniformidade da cortina de pulverização emitida pelo aparelho (Foto nº 2).

Uma vez escolhida a melhor posição para a localização dos "bicos", fez-se a amostragem da população de gotas gerada com o bocal original nas duas vazões anteriormente citadas.

As lâminas de papel Kromikote, utilizadas para amostragem de gotas, tinham 28 x 70mm e foram fixadas em aparelhagem de laboratório, especialmente concebida pela unidade de pesquisa, para fazer a amostragem de gotas, em densidade adequada ao seu processamento. O princípio de funcionamento desta aparelhagem, assemelha-se ao obturador de cortina da câmara fotográfica, que expõe, por determinada fração de tempo, as lâminas de amostragem, permitindo apenas a passagem de uma porção da pulverização. Para obter marcas visuais das gotas sobre o papel, adicionou-se à calda Rodamina B na porcentagem de 0,2.

De uma amostragem de 6 lâminas de papel Kromikote randomicamente tomou-se 3, medindo com auxílio do microscópio com retículo graduado, 100 gotículas em cada lâmina.

As gotas foram distribuídas em classes de diâmetros, e processadas utilizando o fator de espalhamento, para obtenção dos gráficos que forneceram os parâmetros da população de gotas.

Parâmetros Utilizados na Caracterização da População de Gotas

- Diâmetro numérico mediano, seja a gotícula mediana, quando a população é ordenada segundo diâmetros crescentes.
- Diâmetro de 25 e 75% do número de gotículas, obtidos no mesmo critério.
- DMV - Diâmetro da gotícula que perfaz metade do volume aplicado (Volume Median Diameter - VMD)

FOTO 1

Bocais montados no pulverizador.

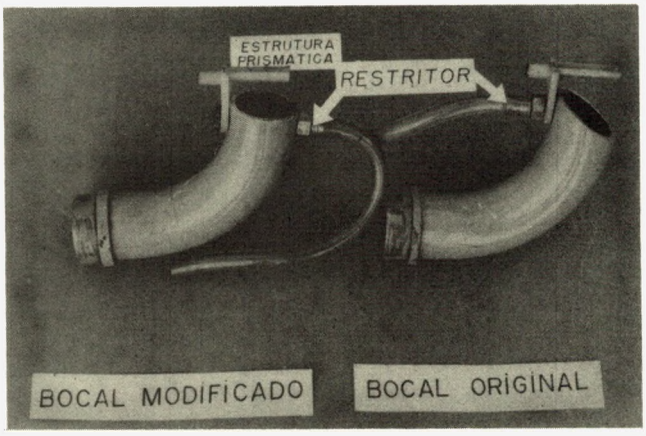


FOTO 2

Detalhes dos bocais de pulverização com seus componentes.

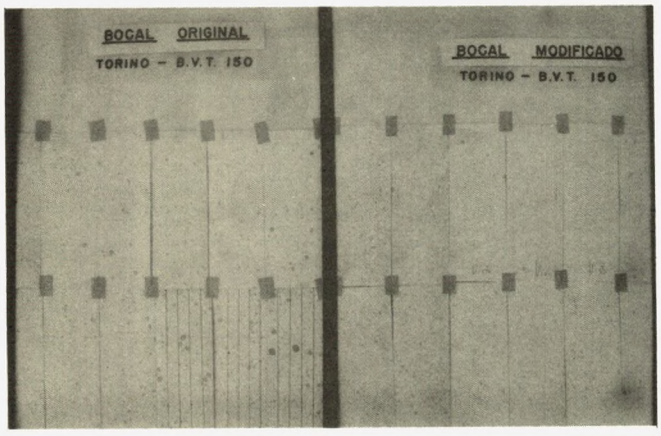


FOTO 3

Amostragem da população de gotas emitidas pelo bocal original ao lado daquela obtida com o bocal-modificado.

- DVM - Diâmetro do Volume Médio
- CH - Coeficiente de homogeneidade, relacionando percentualmente os diâmetros de 25 e 75% do número de gotículas.

A fim de reduzir o impacto das gotículas sobre a superfície do papel kromikote, observou-se a recomendação do CNEEMA* Para que a amostragem se efetue a distância na qual a velocidade do fluxo de ar seja inferior a 5 m/segundo. A distância de amostragem para este aparelho foi de 1,90m do bocal de pulverização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação precisa da velocidade do fluxo de ar na saída do bocal é uma operação difícil, considerando as condições propícias para o escoamento turbulento ali existentes. Todavia, ainda que em valor absoluto os dados de velocidade não apresentem maior precisão, sob o aspecto relativo, são válidas as comparações, porquanto na obtenção da velocidade, tanto no bocal original como no modificado, utilizou-se a mesma aparelhagem em idênticas condições.

Na Figura 1 são apresentadas as velocidades do fluxo de ar no bocal do pulverizador.

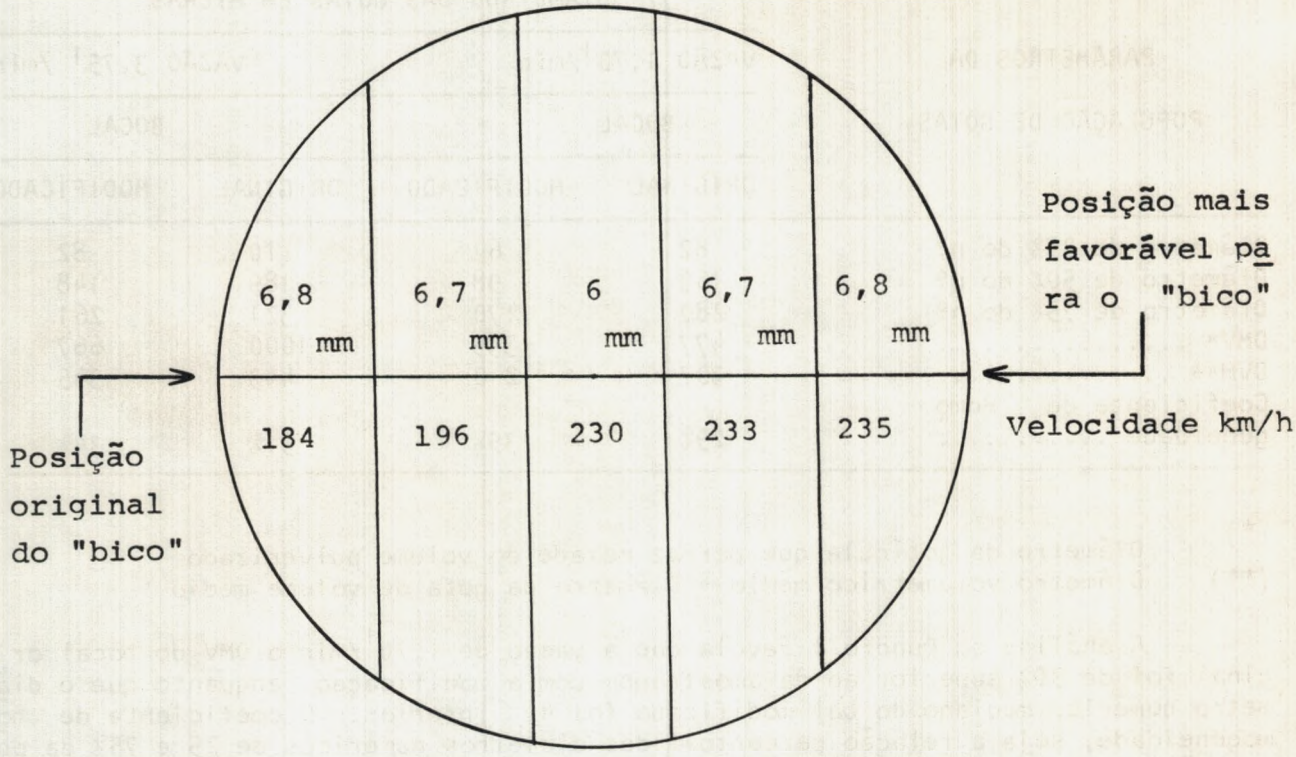


FIGURA 1 - Velocidade do Fluxo de Ar nos diversos Pontos Interiores do Ducto

(*) Centre National DEtudes et d'Experimentation de Machinisme Agricole - Antony - França.

Deste modo, verificou-se que a posição oposta àquela em que o "bico" estava localizado originalmente, mostrava-se mais favorável para seu posicionamento, considerando-se a maior velocidade do fluxo naquele ponto.

Inicialmente, mudou-se o "bico" e a estrutura prismática homogeneizadora da corrente de ar para o lado oposto ao original, mas logo se verificou que aquela estrutura mantida no local original favorecia a maior uniformidade na subdivisão da calda.

Por outro lado, observou-se que esta estrutura prismática promove a coalescência das gotículas que impingem sobre ela, para novamente pulverizá-las mas sob a forma de gotas maiores, especialmente quando a vazão ascendia a mais de 4 litros por minuto e a velocidade do ar no bocal caía abaixo de 200 km/h. Apesar da necessidade do uso de tal estrutura, verifica-se como decorrência, prejuízo para a homogeneidade da população de gotas.

O processamento das gotas obtidas com os restritores colocados nas duas posições são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultados da Análise de Gotas no Pulverizador com Bocal Original e com a Modificação Introduzida

PARÂMETROS DA POPULAÇÃO DE GOTAS	DIÂMETROS DAS GOTAS EM MICRAS			
	VAZÃO 1,70 l/min		VAZÃO 3,75 l/min	
	BOCAL		BOCAL	
	ORIGINAL	MODIFICADO	ORIGINAL	MODIFICADO
Diâmetro de 25% do nº	82	61	110	82
Diâmetro de 50% do nº	163	98	189	148
Diâmetro de 75% do nº	280	170	321	261
DMV*	477	335	1000	667
DVM**	307	210	443	345
Coeficiente de Homogeneidade	29%	35%	31%	34%

(*) Diâmetro da gotícula que perfaz metade do volume pulverizado
(**) Diâmetro volumétrico médio - Diâmetro da gota de volume médio

A análise do Quadro 1 revela que a vazão de 1,70 l/min o DMV do bocal original foi de 30% superior ao da amostragem com a modificação, enquanto que o diâmetro numérico mediano do bal modificado foi 40% inferior. O coeficiente de homogeneidade, seja a relação percentual dos diâmetros numéricos de 25 e 75% da população, passou de 29% para o bico original a 35% no modificado.

Quando se utiliza esse pulverizador na cultura cafeeira à vazão de 1,70 litros/minuto, com o trator deslocando-se a velocidade de 4,5 km/hora, em lavoura com espaçamento de 3,0 metros entre as covas da linha, isto corresponde à aplicação de 70 litros por mil covas; portanto, considerado um tratamento a baixo volume.

Os resultados com a vazão de 3,75 litros/minuto, quando o aparelho opera na mesma cultura com as mesmas características anteriores, o volume de aplicação atinge 150 litros por mil covas.

Ainda nessa vazão, o comportamento do bocal modificado foi melhor que o original, apresentando DMV 33% e diâmetro mediano 25% menores.

ÍNDICE GERAL DOS AUTORES

Almeida, B.V. de, 600, 606
Alvarenga, L.C., 537, 544
Alves,E.J., 42
Andrade, D.S., 383, 393

Barros, L.C.G., 52
Bastos, M.V., 191
Beduschi, L.C., 274, 283, 293, 301
Benez, S.H., 328, 334, 342, 353, 361, 366, 374
Bernardi, J.A., 214
Bernardo, S., 15,117
Berto, P.N.A., 317
Bezerra Sathler, M.G., 519
Borges, E.A., 107, 124
Braga, J.M., 117
Brandini, A., 408
Braunbeck, O., 527

Caixeta, T.J., 15, 33
Caldas, R.C., 42
Carrijo, O.A., 27, 43
Casali, W.D.C., 15
Cavalcante, L.F., 124
Cavalcanti Mata, M.E.R.M., 504
Chang, C.S., 214, 255
Christofoletti, J.C., 433, 442
Condé, A.R., 117, 465
Corrêa, A.A.M., 206
Corrêa, H.G., 198, 348
Costa, E.F.S. da, 224
Costa, G.J. da, 420
Costa, N.P., 261
Cunha, J., 488

Fava, J.F.M., 169, 191
Felinto, J., 107
Fenz, E., 255
Fernández, B., 58,107,124
Finch, E.O. 408, 414
Fontes, P.C.R., 33
Fontes, R.R., 27
Fortes, M., 600, 606
Freire, E.S., 551
Freire, W.J., 353, 374

Galli, U.F., 458
Gamero, C.A., 328, 334, 342
Gervini, I.S., 453, 458
Gomide, R.L., 33
Graziano, J.R., 420
Guedes, W.B., 224, 317

Halpern, I., 458
Hancock, J.K., 52
Hara, T., 475, 482, 600, 606
Honda, A.I., 159, 169, 179, 184

Leopoldo, P.R., 85
Ma, M.T., 537, 544
Magalhães Filho, O.R., 458
Marinato, R., 33
Martyn, P.J., 537
Matsui, E., 85
Mattos, P.C., 328
Maziero, J.V.G., 198, 214
Mc Donald, C.R., 551
Mello, I.S., 238
Mesquita, C.M., 261
Mialhe, L.G., 224, 238, 317
Millar, A.A., 117
Monteiro, M.V. de M., 433, 442

Neto, D.E.S., 224
Neves, E.G.C., 453, 458

Olitta, A.F.L., 27
Oliveira, C.A. da S., 27

Oliveira, F.A. de, 48, 80, 100, 145
Oliveira, L.M. de, 15
Oliveira, S.L. de, 42

Pereira, J.L., 184
Piedade, G.C.R., 361, 366
Piedade Jr. C., 334, 342, 353, 361, 366, 374
Pinheiro Filho, J.B., 465, 475, 482, 504, 519, 600, 606
Porto, E.R., 52
Prado, E.P. do, 475, 482, 566

Queiroz, E.F., 261
Quintero, J.E., 134

Reis, N.V.B. dos, 27
Ripoli, T.C., 238
Roa, G., 527, 591
Rocha, J.L.C., 580
Rochedo, P.R.C., 151, 458

Saglietti, J.R.C., 544
Salati, E., 85
Sant'Anna, J.A., 447
Santos, J.F. dos, 58
Santos, N.C., 274, 283, 293, 301
Sartori, S., 159, 169, 179, 184,191
Sediyama, G.C., 465
Serôdio, R. 566
Silva, A.T. da, 01
Silva, J.J.S. e, 80
Silva, J.N. da, 465, 544
Silva, M.A., 580
Silva, M.J. da, 117
Silva, W.L.C., 43
Sinicio, R., 591
Sousa, A.P., 85
Sousa Costa, J.A., 255

Thiébaut, J.T.L., 475, 482

Vallderuten, R., 134
Vieira, J.V., 43
Vieira, O.J., 383, 393
Villa, L.G., 527

BIBLIOTECA - UFPB
CAMPUS DE PATOS - PB

EPGRAF-Equipe Gráfica Ind.Com.Ltda
Campina Grande - Paraiba