

UFCG

UFCG

TESE DE DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSOS AMBIENTAIS

TÍTULO: Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica

AUTOR: SAULO CABRAL GONDIM

2010

G



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**



**INSUMOS ORGÂNICOS E QUALIDADE DA ÁGUA NO MARACUJAZEIRO
AMARELO E NA FAUNA EDÁFICA**

SAULO CABRAL GONDIM

**CAMPINA GRANDE/PARAÍBA
DEZEMBRO/2010**

SAULO CABRAL GONDIM

**INSUMOS ORGÂNICOS E QUALIDADE DA ÁGUA NO MARACUJAZEIRO
AMARELO E NA FAUNA EDÁFICA**

**Tese submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Recursos Naturais da
Universidade Federal de Campina
Grande, como parte dos requisitos
para obtenção do título de “Doutor
em Recursos Naturais”.**

ORIENTADO: SAULO CABRAL GONDIM

ORIENTADORES: Prof. Dr. JACOB SILVA SOUTO

Prof. Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processos Ambientais

LINHA DE PESQUISA: Qualidade, Tratamento e Uso de Resíduos Ambientais

CAMPINA GRANDE/PARAÍBA

DEZEMBRO/2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

G637i Gondim, Saulo Cabral
 Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na
 fauna edáfica /Saulo Cabral Gondim. – Campina Grande, 2010.
 178f.: il, col.

 Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de
 Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

 Orientadores: Prof. Dr. Jacob Silva Souto, Prof. Dr. Lourival Ferreira
 Cavalcante.

 Referências.

 1. Maracujá. 2. Irrigação. 3. Insumos Orgânicos. 4. Biota do Solo.
 I. Título.

CDU 634.776.3(043)

DIGITALIZAÇÃO:

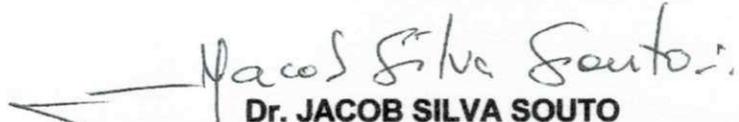
SISTEMOTECA - UFCG

SAULO CABRAL GONDIM

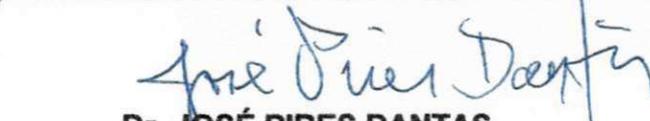
**INSUMOS ORGÂNICOS E QUALIDADE DA ÁGUA NO MARACUJAZEIRO
AMARELO E NA FAUNA EDÁFICA**

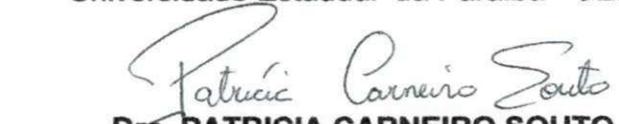
APROVADA EM: 17/12/2010

BANCA EXAMINADORA


Dr. JACOB SILVA SOUTO
Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE
Centro de Ciências Agrárias - CCA
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Dr. JOSÉ PIRES DANTAS
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB


Dra. PATRICIA CARNEIRO SOUTO
Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dr. JOSÉ DANTAS NETO
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

OFEREÇO!

Ao pai todo poderoso **"DEUS"** e a **"Mãe Rainha Três Vezes Admirável"**, por permitirem mais uma vez a realização de um grande sonho;

À minha família, por acreditar e me apoiar na realização desse sonho;

Aos professores: Lourival Ferreira Cavalcante, José Pires Dantas e Jacob Silva Souto, a minha eterna gratidão.

Ao ex-colega e eterno amigo: Nivaldo Timóteo de Arruda (*in memorian*), o meu carinho, respeito, incentivo e a minha gratidão, pelo apoio dado na melhoria da minha qualificação.

Aos meus pais Jandy e Hilda (*in memorian*), a minha esposa Lauricéia Gondim, aos tios e tias, especialmente tia celeste (*in memorian*) irmãos: José Humberto (*in memorian*), João, Fernando, Petrônio e Teresa Cristina, ao primo e cunhado Marccone Araújo (*in memorian*), cunhadas, ao genro Gabriel, sobrinhos e sobrinhas, netas (Camyllie e Laís), netos (Cauã e Cauê) e filhos: Raquel, Vanessa, Paula, Estaneslau, Ricardo e Fábio.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar sempre presente em minha vida, dando-me força, determinação, esperança e muita fé, especialmente, nos momentos difíceis da minha vida;

À minha família, pela paciência e confiança na concretização de um grande sonho;

À Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade concedida;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), que de forma direta ou indireta contribuíram com a melhoria do meu conhecimento;

Ao Centro de Ciências Agrárias, através do seu representante legal Dr. Djail e Dr. Alexandre, o meu muito obrigado, pela confiança, apoio e a certeza do meu sucesso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que tornou possível a realização desse trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto que originou a pesquisa;

Ao amigo e empresário Antonio Augusto, proprietário do Engenho Triunfo, no município de Areia, Paraíba, pelo fornecimento da vinhaça, para realização do meu trabalho;

Aos professores orientadores, Dr. Jacob Silva Souto e Lourival Ferreira Cavalcante pela orientação, ensinamentos, apoio, sugestões, amizade, confiança, exemplo de vida, paciência e agradável convivência, o meu muito obrigado.

Aos professores participantes da banca examinadora de defesa de Tese: Dr. José D. Neto, Jacob S. Souto, Lourival F. Cavalcante, Patrícia C. Souto, Renilson T. Dantas e José P. Dantas, pelas contribuições valiosas na melhoria do meu trabalho, o meu muito obrigado;

Aos professores Dr. Renilson Dantas, Pedro Vieira, José Dantas, Gesinaldo, Vera Antunes, Tavares (UEPB), Fidelis (UEPB) e a secretária Cleide, os meus agradecimentos pelos ensinamentos, gentileza e amizade sincera;

Aos docentes do Centro de Ciências Agrárias, Lourival, Walter Esfrain, Adailson, Francisco Oliveira, Ivandro, Wagner, Ferreira, Gutenberg e Mauricio, pelas dúvidas tiradas e sugestões prestadas;

Aos colegas e verdadeiros amigos: Vinicius, Stella, Maria de Fátima Fernandes, Simone Mirtes, Kallianna, Evandro Mesquita, Lucínio e Manoella (Patos), agradeço pelas contribuições e sugestões, o meu sincero agradecimento e um beijo no coração;

A equipe LOFECA, através das pessoas de Lucínio, Ítalo, Thiago, Bala, Jarisson, Adeilson, Francisco Mesquita (Mesquita, FO - Feofó), Adriana, Alexandre, Belisia e ao **grande companheiro e amigo Zé Amaro** e demais funcionários da propriedade Macaquinhos, os meus sinceros agradecimentos pela contribuição na realização do trabalho;

Ao Laboratório de Biologia e Tecnologia em Pós-Colheita (LBTPC)/CCA/UFPB, através da professora Silvanda Melo, Fabiano e toda equipe, pela realização das análises físico-química dos frutos de maracujazeiro amarelo, oriundos do meu trabalho de campo;

Aos funcionários do Departamento de Solos e Engenharia Rural: Montesquieu, Gilson, Ednaldo Jerônimo, Chico Ninha, Roberval, Sula, Marielza, Castor, Pelé, Cida, Juarez, Patrocínio, Ednaldo, Cícero e o velho Perneta.

O meu muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A cultura do maracujazeiro amarelo	4
2.2 Biofertilizante na agricultura	6
2.3 Biofertilizante e a salinidade da água de irrigação às plantas	12
2.4 Vinhaça na agricultura	15
2.5 Qualidade da água para agricultura	26
2.6 O uso de água salina na fruticultura	29
2.7 Nutrição mineral do maracujazeiro amarelo	33
2.8 Atividade microbiana do solo	36
2.9 Macrofauna do solo	40
2.10 Mesofauna do solo	44
3. MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1 Localização experimental	47
3.2 Caracterização climática e tipo de solo	47
3.3 Atributos físicos e químicos do solo (fertilidade e salinidade), à profundidade de 0 - 40 cm antes da preparação das covas	48
3.4 Delineamento experimental	50

3.5 Produção das mudas	50
3.6 Preparo das covas	51
3.7 Plantio e condução do experimento	52
3.8 Adubação e irrigação das plantas	53
3.9 Variáveis Estudadas	57
3.9.1 No Solo	57
3.9.1.1 Avaliação da Fertilidade e Salinidade do Solo	57
3.9.1.2 Temperatura e Umidade do Solo no Período Experimental	57
3.9.1.3 Respiração Edáfica Total do Solo	59
3.9.1.4 Avaliação da Macrofauna do Solo	60
3.9.1.5 Avaliação da Mesofauna do Solo	62
3.9.2 Nas Plantas	65
3.9.3 Nos Frutos	65
3.9.4 Análise Estatística	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1 No Solo	67
4.1.1 Avaliação da fertilidade e salinidade do solo	67
4.1.2 Temperatura e umidade do solo no período experimental	83
4.1.3 Respiração edáfica total do solo	86
4.1.4 Avaliação da macrofauna do solo	88
4.1.4.1 Efeito da aplicação do biofertilizante bovino na macrofauna edáfica	88
4.1.4.1.1 Índice de Diversidade de Shannon (H) e Uniformidade de Pielou (e) para a macrofauna em ambiente com biofertilizante bovino	91
4.1.4.2 Efeito da aplicação da vinhaça na macrofauna edáfica	93
4.1.4.2.1 Índice de Diversidade de Shannon (H) e Uniformidade de Pielou (e) para macrofauna em ambiente com vinhaça	96
4.1.5 Avaliação da mesofauna do solo	98

4.1.5.1 Efeito da aplicação de biofertilizante bovino na mesofauna edáfica	98
4.1.5.1.1 Índice de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) para a mesofauna, em ambiente com biofertilizante bovino	101
4.1.5.2 Efeito da aplicação da vinhaça na mesofauna edáfica	103
4.1.5.2.1 Índice de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) para mesofauna, em ambiente com vinhaça	106
4.2 Avaliação do Crescimento das Plantas	107
4.3 Componentes de Produção	112
4.4 Caracterização Físico-Química dos Frutos	115
4.5 Composição Nutricional das Plantas	123
4.5.1 Macronutrientes	123
4.5.2 Micronutrientes	128
5. CONCLUSÕES	133
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
ANEXOS	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da vinhaça de diferentes tipos de mosto segundo diversos autores	16
Tabela 2. Equivalência entre o m ³ de diferentes tipos de vinhaça e fertilizantes minerais nele contido	17
Tabela 3. Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água de irrigação	27
Tabela 4. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade	28
Tabela 5. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água .	28
Tabela 6. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação	29
Tabela 7. Produtividades de maracujá amarelo irrigado com água não salina e salina	32
Tabela 8. Valores pluviométricos de novembro/2008 a junho de 2009, durante o período experimental na propriedade Sitio Macaquinhos, Remígio-PB	48
Tabela 9. Atributos físicos e químicos do solo (fertilidade e salinidade), à profundidade de 0 - 40 cm antes da preparação das covas	49
Tabela 10. Concentração de potássio existente em 50 L de terra correspondente ao volume calculado da microbacia, com base no diâmetro de 40 cm	54
Tabela 11. Composição química do biofertilizante bovino, vinhaça e das qualidades de águas utilizadas nas irrigações do maracujazeiro amarelo	56
Tabela 12. População total de indivíduos da macrofauna por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, nas doses 0, 15 e 30 mg L ⁻¹ , sob irrigação com água não salina e salina	89
Tabela 13. Número de indivíduos da macrofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	91
Tabela 14. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	91

Tabela 15. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	93
Tabela 16. População total de indivíduos da macrofauna por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, nas doses 0, 15 e 30 mg L ⁻¹ , sob irrigação com água não salina e salina	94
Tabela 17. Número de indivíduos da macrofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	96
Tabela 18. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	96
Tabela 19. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, no solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	97
Tabela 20. Total de indivíduos por ordem taxonômica na época seca e chuvosa, no solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	99
Tabela 21. Número de indivíduos da mesofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com biofertilizante bovino, sob irrigação com água não salina e salina	100
Tabela 22. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	101
Tabela 23. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina	102
Tabela 24. População total de indivíduos por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	104
Tabela 25. Número de indivíduos da mesofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	105

Tabela 26. Índice de diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina 106

Tabela 27. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina 107

ANEXOS

Tabela 1. Resumo das análises de variância, referentes ao pH, matéria orgânica (MO), carbono (C), fósforo (P), alumínio (Al) e hidrogênio mais alumínio (H+Al) no solo161

Tabela 2. Resumo das análises de variância, referentes ao potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B) e ferro (Fe) no solo 162

Tabela 3. Resumo das análises de variância, referentes ao cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e sódio (Na) no solo 163

Tabela 4. Valores médios de pH do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina 164

Tabela 5. Valores médios de alumínio do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina 164

Tabela 6. Valores médios de magnésio do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina 164

Tabela 7. Resumo da análise de variância, referente à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo 165

Tabela 8. Resumo da análise de variância referente à respiração edáfica no solo 166

Tabela 9. Resumo da análise de variância, referente ao diâmetro do caule do maracujazeiro amarelo 167

Tabela 10. Resumos das análises de variância, referentes ao período da poda da haste principal (PPHP) e área foliar (AF) do maracujazeiro amarelo 168

Tabela 11. Resumo da análise de variância, referente ao número de ramos produtivos (NRP) do maracujazeiro amarelo	169
Tabela 12. Resumo da análise de variância, referente ao número de frutos (NF) e massa média de frutos (MMF) do maracujazeiro amarelo	170
Tabela 13. Resumo da análise de variância, referente à produção por planta (PP) do maracujazeiro amarelo	171
Tabela 14. Resumo das análises de variância, referentes ao diâmetro equatorial, diâmetro longitudinal, percentagem de casca, firmeza, rendimento em polpa, pH e acidez titulável dos frutos de maracujazeiro amarelo	172
Tabela 15. Resumo das análises de variância, referentes aos teores sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e vitamina 'C' dos frutos de maracujazeiro amarelo	173
Tabela 16. Diâmetro longitudinal (mm) dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, irrigado com água não salina e salina	174
Tabela 17. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na matéria seca do maracujazeiro amarelo	175
Tabela 18. Valores médios de potássio (K) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	176
Tabela 19. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de boro, ferro, manganês, zinco e sódio na matéria seca do maracujazeiro amarelo	177
Tabela 20. Valores médios de ferro (Fe) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	178
Tabela 21. Valores médios de sódio (Na) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica da área experimental	47
Figura 2. Mudanças de maracujazeiro amarelo utilizadas no experimento, aos 45 dias após a semeadura	51
Figura 3. Abertura das covas (a); aplicação de 5 L de esterco bovino mineralizado (b); aplicação de 60 g de fosfato natural (c); incorporação da mistura (d); cova preenchida 60 dias antes do plantio (e)	52
Figura 4. Sistema de sustentação das plantas do tipo espaldeira simples com um fio de arame liso nº 12, instalado na parte superior das estacas	53
Figura 5. Produção do biofertilizante bovino via fermentação anaeróbica (Rodolfo Júnior, 2007)	55
Figura 6. Termômetro digital a laser ICEL-TD-971 para medição da temperatura do solo	57
Figura 7. Trado tipo sonda utilizado na coleta de amostras de solo para determinação do conteúdo de água	58
Figura 8. Baldes para amostragem da respiração edáfica	59
Figura 9. Armadilha adaptada do tipo PROVID para capturação da macrofauna do solo (Souto, 2002)	61
Figura 10. Procedimento de coleta de solo para capturação da mesofauna: anéis metálicos (a); introdução dos anéis com sucessivos golpes de martelo em uma tábua sobreposta ao anel (b); anel totalmente preenchido (c); umedecimento do solo para retirada dos anéis (d); retirada dos anéis com espátula (e)	63
Figura 11. Aparato de Berlese-Tullgren para coleta dos organismos da mesofauna do solo nos tratamentos onde foram aplicados o biofertilizante bovino comum e vinhaça, irrigado com água não salina e salina	64
Figura 12. Contagem e identificação dos espécimes em cada amostra	64
Figura 13. Teores de matéria orgânica no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça (A) sob irrigação com água não salina (---) e salina (—) (B)	69

- Figura 14.** Teores de carbono orgânico no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função dos tipos de água de irrigação 70
- Figura 15.** Teores de fósforo no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, do tipo de insumo (A), doses de potássio e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) (B) 70
- Figura 16.** Teores de $H^+ + Al^{3+}$ no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função das doses de potássio e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) 72
- Figura 17.** Teores de potássio no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função das doses de potássio, na presença do biofertilizante (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—) 72
- Figura 18.** Valores de cálcio do solo em função, dos tipos de água (A) e dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça (B) 74
- Figura 19.** Teores de enxofre no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, na presença de biofertilizante (A) e vinhaça (B) irrigados com água não salina (---) e salina (—)..... 75
- Figura 20.** Teores de boro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio 76
- Figura 21.** Teores de ferro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, irrigados com água não salina (---) e salina (—) sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B) 77
- Figura 22.** Teores de cobre no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—), sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B) 78
- Figura 23.** Teores de zinco no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, da irrigação com água não salina (---) e salina (—) sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B)..... 79
- Figura 24.** Teores de manganês no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, dos insumos e da qualidade da água (A) e das doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—)(B) 80

- Figura 25.** Teores de sódio no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, do tipo de água (A) e das doses de potássio, proveniente do biofertilizante bovino (---) e da vinhaça (—) (B) 81
- Figura 26.** Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função da irrigação com água não salina (A) e salina (B) e das doses de biofertilizante bovino (—) e vinhaça (---) 82
- Figura 27.** Valores médios de temperatura e conteúdo de água do solo, referente a época seca (novembro/2008) para o período diurno (A) e noturno (B), a 20 cm de profundidade em função dos insumos aplicados, irrigados com água não salina e salina 83
- Figura 28.** Valores médios de temperatura e umidade do solo, referente a época chuvosa (junho/2009) no período diurno (A) e noturno (B), a 20 cm de profundidade, em função dos insumos aplicados, irrigados com água não salina e salina 84
- Figura 29.** Respiração edáfica do solo em função das doses de potássio, nas épocas seca (A) e chuvosa (B), irrigadas com água não salina (---) e salina (—) 86
- Figura 30.** Respiração edáfica do solo, em função das doses de potássio, nas épocas seca (A) e chuvosa (B), sob biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—) 87
- Figura 31.** Respiração edáfica do solo, em função das doses de potássio, no período noturno (---) e diurno (—) 87
- Figura 32.** Respiração edáfica em função das épocas (seca e chuvosa) e períodos (noturno e diurno). Letras maiúsculas iguais entre colunas em cada época, não diferem entre si pelo teste F 88
- Figura 33.** Diâmetro do caule, em função da idade das plantas (dias) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) 108
- Figura 34.** Período do plantio à poda da haste principal de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B), sob irrigação com água não salina (---) e salina (—) 109
- Figura 35.** Área foliar do maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B), sob irrigação com água não salina (---) e salina (—)..... 110

- Figura 36.** Número de ramos produtivos do maracujazeiro amarelo, em função da idade das plantas (A) e das doses de potássio (B) oriundos do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—) 111
- Figura 37.** Número de frutos por planta de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) 112
- Figura 38.** Massa média de frutos de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) 113
- Figura 39.** Produção por planta de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio 114
- Figura 40.** Diâmetro equatorial dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio irrigado com água não salina (---) e salina (—) 115
- Figura 41.** Percentagem de casca dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—) 117
- Figura 42.** Firmeza dos frutos de maracujazeiro amarelo em função, do biofertilizante bovino e vinhaça 117
- Figura 43.** Rendimento em polpa dos frutos de maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—) 118
- Figura 44.** pH da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—) 119
- Figura 45.** Acidez titulável da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, do biofertilizante bovino e vinhaça 120
- Figura 46.** Sólidos solúveis da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—) 121
- Figura 47.** Relação SS/AT dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—) 122

- Figura 48.** Vitamina C da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—) 123
- Figura 49.** Teores de nitrogênio na matéria seca de maracujazeiro amarelo, irrigado com água não salina e salina 124
- Figura 50.** Teores de fósforo na matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—) 125
- Figura 51.** Teores de cálcio na matéria seca de maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio tratado com biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigado com água não salina (---) e salina (—) 126
- Figura 52.** Teores de magnésio na matéria seca de maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—) 127
- Figura 53.** Teores de enxofre em matéria seca de maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio 128
- Figura 54.** Teores de boro em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigada com água não salina (---) e salina (—) 129
- Figura 55.** Teores de manganês em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigada com água não salina (---) e salina (—) 130
- Figura 56.** Teores de zinco em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça 131

RESUMO

GONDIM, S. C. **Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica.** Campina Grande, PB, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, dezembro de 2010. 178f. il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Orientadores: Prof. Dr. Jacob Silva Souto (UFCG) e Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante (UFPB)

O trabalho foi conduzido no município de Remígio, PB, na época de novembro de 2008 a junho de 2009, com o objetivo de avaliar o desempenho vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo sob diferentes doses de potássio, a partir dos insumos naturais biofertilizante bovino comum e vinhaça e irrigação com água não salina e salina. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com três repetições e três plantas por unidade experimental, em área útil de 1.620 m². A parcela principal foi representada pelos níveis de água (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) e a combinação fatorial insumos (biofertilizante bovino comum e vinhaça) e as cinco doses de potássio oriundas dos insumos naturais (0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0 mg L⁻¹), correspondendo as subparcelas. Para a respiração edáfica foi considerado o mesmo esquema de parcelas subdivididas anteriormente descrito, utilizando três doses de potássio (0,0; 15,0 e 30 mg L⁻¹), oriundas do biofertilizante e vinhaça, correspondendo as subparcelas, acrescido das épocas seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009) como sub-subparcela e dos períodos (diurno e noturno) como sub-sub-subparcelas. A macro e mesofauna foram realizadas no mesmo esquema de parcelas descrita para respiração edáfica, acrescido das épocas seca e chuvosa. O potássio foi fornecido a partir dos insumos naturais biofertilizante bovino e vinhaça, a cada 90 dias após o plantio. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste "F". As doses de potássio foram avaliadas com base em regressão polinomial. Na avaliação da macro e mesofauna do solo foram realizadas análises descritivas e foram feitas comparações das comunidades nas épocas avaliadas (seca e chuvosa), utilizando o índice de Shannon e o de Pielou. A vinhaça promoveu maior teor de potássio ao solo que o biofertilizante; a adição do biofertilizante bovino e a vinhaça resultaram em maiores teores de micronutrientes no solo com supremacia nos tratamentos com água salina; a aplicação da vinhaça favoreceu o aumento da população dos organismos edáficos (meso e macrofauna); as doses mais elevadas de potássio propiciaram maior atividade microbiana no período noturno; os grupos predominantes na área estudada foram Hymenoptera (formigas) e Acarina (ácaros); o baixo valor no índice de Shannon com conseqüente redução na uniformidade representada pelo índice de Pielou evidenciou o predomínio do grupo Hymenoptera na macrofauna e o grupo Acarina na mesofauna; os tratamentos irrigados com água não salina e o período de avaliação, favoreceu um maior diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo; o aumento da salinidade da água promoveu maior número de frutos por planta, mas inibiu a massa média dos frutos, com ambos os insumos; o aumento das doses de potássio, independente dos insumos e da salinidade da água, não interferiu na produção por planta; exceto em potássio, cálcio, boro, cobre e ferro, no início da floração, as plantas de maracujazeiro amarelo estavam adequadamente supridas nos macro e micronutrientes: N, P, Mg, S, Zn e Mn; as características física dos frutos não foram influenciados pela qualidade de água, pelo tipo de insumo nem pelas doses de potássio, no entanto, a acidez do fruto aumentou com o uso de biofertilizante, enquanto, a vinhaça promoveu uma melhor qualidade do fruto.

Palavras chave: Maracujá, Irrigação, Insumos Orgânicos, Biota do Solo.

ABSTRACT

GONDIM, S. C. **Organic inputs and water quality in yellow passion fruit plant and the soil fauna** Campina Grande-PB, Center for Technology and Natural Resources, UFCG, december 2010. 178f. il. Thesis. Post-Graduate Program in Natural Resources. Adviser: Prof. Dr. Jacob Silva Souto (UFCG) and Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante (UFPB)

The stud carried out in the municipality of Remigio, PB, from epoch November 2008 to June 2009 with the objective evaluate the performance of vegetative and productive yellow passion fruit under different doses of potassium, inputs from common natural biofertilizer and vinasse, and irrigation with saline water and not saline. The Treatments were arranged in randomized blocks in plots with three replications and three plants per experimental unit in floor area of 1,620 m². The main plot was represented by the water levels (0.5 and 4.5 dS m⁻¹) and combination factor inputs (Biofertilizer common and vinasse) and five doses potassium derived from natural inputs (0.0, 7.5, 15.0, 22.5 and 30 mg L⁻¹), corresponding subplots. For the soil respiration was considered the same scheme split plot described above, using three doses of potassium (0.0, 15.0 and 30 mg L⁻¹) derived from the fertilizer and vinasse, corresponding subplots, plus the dry season (November / 2008) and rainy (June 2009) and periods (daytime and nighttime) as sub-sub-subplots. The macro and mesofauna were performed on the same plots as described for soil respiration, the addition of dry and wet seasons. The Potassium was supplied from natural materials biofertilizer common and vinasse, every 90 days after planting. The results were analyzed variance and means compared by the test "F". The potassium levels were evaluated using regression polynomial. In the evaluation of macro and mesofauna of the soil were analyzed with descriptive and were done comparisons of communities in times tested (dry and wet), using the Shannon index and the index of Pielou. The vinasse promoted higher levels of potassium to the soil the biofertilizer; the addition of biofertilizer vinasse and resulted in higher levels of micronutrients in the soil in treatments with supremacy with saline water, the application of vinasse favored increase in population of soil organisms (meso and macrofauna), higher doses of potassium fostered a greater microbial activity in the period night, the predominant groups in the study area were Hymenoptera (ants) and Acarina (mites), the low value the Shannon index with consequent reduction in uniformity represented by the Pielou index showed the predominance of the group in the Hymenoptera macrofauna and mesofauna in group Acarina; treatments irrigated with saline and no trial period, favored a greater stem diameter of passion yellow, the increase in water salinity caused greater number of fruits per plant, but inhibited the average mass of fruit, with both inputs, increasing doses of potassium, independent inputs and salinity water had no effect on yield per plant, except in potassium, calcium, boron, copper and iron, in the early flowering, the yellow passion fruit seedlings were adequately supplied in the macro and micro nutrients: N, P, Mg, S, Zn and Mn, the physical characteristics of fruits were not were influenced by water quality, the type of input or by the potassium, however, the acidity the fruit increased with the use of biofertilizers, while vinasse improved the quality of the fruit.

Key Words: Passion fruit, Irrigation, Organic Inputs, Soil Organisms.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura tem se destacado no Brasil contribuindo positivamente nas áreas de crescimento econômico e social de muitos Estados por estimular a contratação de mão-de-obra, auxiliando na diminuição do êxodo rural e também o desemprego (Costa et al., 2009)

O Nordeste brasileiro apresenta adequada aptidão à fruticultura tropical, inclusive, para o maracujazeiro amarelo, onde as condições edáficas e climáticas, em termos de temperatura, umidade relativa e fotoluminosidade, são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento dessa frutífera sob cultivo irrigado (Cavalcante et al., 2002a; Nascimento, 2010). A lavoura do maracujazeiro amarelo está em franca expansão nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, onde juntos ocupam uma área da ordem, de 1.494 hectares, embora a produtividade seja considerada baixa, possuindo a cultura potencial para atingir rendimentos bem mais elevados (IBGE, 2009).

A exemplo da expressiva importância do maracujazeiro amarelo no âmbito nacional, a cultura também exerce significativa expressão econômica na Paraíba, pois absorve elevada mão-de-obra e atinge boa comercialização.

A partir do início da década de 90, o mercado vem experimentando a substituição parcial ou total da agricultura convencional pela agricultura orgânica. Nos últimos anos, aumentou a necessidade de se desenvolver tecnologias que visassem à disposição dos resíduos agrícolas da pecuária, agroindustriais, industriais e domésticos, de forma a causar o mínimo impacto sobre o meio ambiente (Cantillano e Castañeda, 2005).

Uma das alternativas para se obter produções mais elevadas, frutos com qualidade, sem, contudo, causar impactos negativos ao meio ambiente e ao homem pode ser a utilização de biofertilizantes, que são adubos orgânicos líquidos ou sólidos, provenientes de um processo de decomposição da matéria orgânica através da fermentação aeróbia ou anaeróbica, em meio líquido. A utilização de biofertilizantes deve ser estimulada tanto na pulverização das plantas como diretamente aplicados aos solos (Rodrigues, 2007). A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material do qual foi obtido. Para Santos (1992) o biofertilizante apresenta em sua composição elementos essenciais ao desenvolvimento da planta.

A vinhaça é considerada pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental como produto de grande potencial poluidor, face ao elevado número de contaminantes contidos nos seus efluentes (Marília et al., 2003). Apesar disso, pode ser utilizada como fonte de fertilizante na agricultura, já que esse resíduo é produzido em grandes quantidades no

Brasil, rica em matéria orgânica e elementos minerais como potássio, enxofre e cálcio, principalmente. Nesse caso, para se reduzir a contaminação do solo e lençol freático, é de fundamental importância o conhecimento da composição química da vinhaça a ser utilizada na adubação, principalmente para a orientação quanto às dosagens a serem aplicadas no campo (Santos et al., 2005).

A demanda mundial por alimentos, a expansão das áreas agrícolas, à aplicação de elevado volume de água utilizada na agricultura, redistribuição irregular da precipitação, redução da disponibilidade de água de boa qualidade, nas regiões áridas e semi áridas, evidenciam a necessidade de se utilizar águas salinas na produção agrícola (Cavalcante et al., 2006). Nesse contexto, se insere o maracujazeiro amarelo que, além de ser exigente em água, conforme Ayers e Westcot (1999) é considerado sensível aos efeitos da salinidade.

Assim, as águas de qualidade inferior, tais como águas de salinidade elevada, efluentes de processos industriais e de esgotos, particularmente os de origem doméstica e águas de drenagem agrícola devem, sempre que possível, ser consideradas fontes alternativas para usos menos restritivos. A adoção de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes constitui-se, hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água (Hespanhol, 2003).

A salinização das águas pode causar efeitos negativos nas plantas que diferem entre espécies e cultivares. Nesse caso, o uso da água salina na irrigação deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água, desde que seja utilizada dentro dos limites permissíveis. Neste sentido, deve-se garantir o seu uso racional através de um manejo adequado (Soares et al., 2010).

Diante do exposto, a irrigação com água salina superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ prejudica o processo germinativo, crescimento inicial das mudas ou após o transplante do maracujazeiro amarelo, no entanto, o biofertilizante bovino comum possivelmente pode exercer ação positiva na redução dos efeitos dos sais e obter produção com rendimento satisfatório e melhoria na qualidade dos frutos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo em diferentes doses de potássio, a partir dos insumos naturais biofertilizante bovino comum e vinhaça, irrigado com água não salina e salina e seus impactos no ambiente.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito atenuador do biofertilizante bovino à salinidade do solo;
- Comparar os resultados entre a fertilidade inicial e na época da avaliação do solo e da composição mineral das plantas em macro e micronutrientes, no início da floração do pomar;
- Analisar a qualidade física e química dos frutos de maracujazeiro amarelo;
- Estabelecer o nível mais eficiente de biofertilizante e vinhaça aplicados ao solo, na produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo, irrigado com água não salina e salina;
- Avaliar a atividade microbiana através da respiração edáfica, o desempenho da macrofauna e mesofauna do solo após o uso de biofertilizante bovino comum e vinhaça, irrigado com água não salina e salina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do maracujazeiro amarelo

O maracujazeiro amarelo é uma planta trepadeira semiperene, originário da América Tropical, que pode atingir de 5 a 10 metros de comprimento. Pertence à Ordem *Passiflorales*, Tribo *Passiflorae* e Família *Passifloraceae*, esta com 18 gêneros e 630 espécies. Os gêneros *Dilkea* e *Passiflorae* são os únicos existentes no Brasil, sendo que o segundo é composto de 24 subgêneros e 465 espécies (Lopes, 1994).

No Brasil, o cultivo do maracujá em escala comercial iniciou-se no começo da década de 70, com a espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujá amarelo, maracujá mirim ou maracujá de comer). Outras espécies são cultivadas em outros países, todas estas fornecedoras de frutos para consumo in natura ou industrializado, para a extração de substâncias de interesse farmacológico ou ornamental (Roncatto et al., 2004).

Segundo o IBGE (2009) o Brasil é atualmente o maior produtor mundial de maracujá amarelo com uma área colhida de 50.795 hectares, produção de 718.798 toneladas, produtividade média de 14.150 kg ha⁻¹, sendo que o Estado da Bahia é o maior produtor (322.755 t), seguido do Ceará (112.804 t), Espírito Santo (66.396 t), Sergipe (44.133 t), Minas Gerais (38.657 t), Pará (33.141 t), São Paulo (20.544 t) e Pernambuco (15,313 t).

A exploração da cultura do maracujazeiro amarelo constitui-se numa alternativa viável para a agricultura do semi árido paraibano, voltada especialmente para a agricultura familiar, em virtude das condições edáfica e climática serem favoráveis ao desenvolvimento e produção. O maracujazeiro amarelo exerce expressiva importância social à região Nordeste, como uma alternativa econômica de exploração agrícola em pequenas propriedades familiares e como atividade de ocupação da mão-de-obra agrícola familiar. O cultivo do maracujá gera renda e emprego, já que é cultivada em quase toda região Nordestina (IBGE, 2009).

A Paraíba apresenta uma produção de 6.533 t de frutos e rendimento médio de 8.562 kg ha⁻¹ (IBGE, 2009). Esse rendimento é considerado baixo em relação aos 14.150 kg ha⁻¹ da média nacional. Possivelmente devido a redução da área plantada em 15,5%, além da falta de tecnologias adequadas e a não incorporação de práticas de manejo aos sistemas de produção

Embora as exportações tenham apresentado oscilações nos últimos anos, o emprego de insumos orgânicos é fator decisivo para melhorar a qualidade e preferência dos produtos

(Araújo et al., 2006). Para o estado da Paraíba, a produção da cultura concentra-se nos municípios de Nova Floresta, Araruna, Cuité, Natuba, Salgado de São Félix, Remígio e parte do litoral do Estado, sendo quase que totalmente comercializado na forma in natura (Cavalcante et al., 2002b; Rodrigues, 2007; Freire et al., 2010).

Os fatores que influenciam no crescimento e produção do maracujazeiro podem ser classificados em fatores internos e externos. Os fatores internos estão relacionados às características genéticas da planta, enquanto os externos se referem às condições edáficas (solo), ambientais (clima), agentes bióticos (pragas e doenças) e a ação do homem nos fatores edáficos, climáticos e bióticos (Lima e Borges, 2004).

O maracujazeiro é uma planta que se desenvolve adequadamente nas regiões tropicais e subtropicais, sendo, portanto, de clima quente e úmido, com temperatura ótima que varia entre 20°C a 32°C. Para o florescimento e frutificação, há necessidade de calor, umidade no solo e dias longos de fotoluminosidade, sendo exigido no mínimo 11 horas luz por dia associada a alta temperatura. As baixas temperaturas e os dias curtos de inverno afetam a produção, definindo uma safra de 7 a 10 meses por ano (Ruggiero, 2000). Por outro lado, São José (1993) cita que comercialmente o maracujazeiro está sendo cultivado, com sucesso, em temperaturas entre 18°C e 35°C.

O maracujazeiro mantém um ritmo de desenvolvimento contínuo, desse modo, necessita de uma distribuição constante de chuva. A demanda de água varia de 800 mm a 1.700 mm bem distribuídos durante o ano. Para o seu bom desenvolvimento a cultura requer cerca de 60 mm a 120 mm de água mensal, que pode ser fornecida por meio de chuvas e/ou complementada pela irrigação. No Brasil, nas regiões com precipitações de 1.000 mm a 1.200 mm anuais, bem distribuídos, os plantios são realizados sem o uso da irrigação, no entanto, em determinadas regiões onde apresentam escassez de chuva em alguns meses, assim como na região semiárida do Nordeste, o uso da irrigação é imprescindível para garantir boa produção e qualidade dos frutos (Cavalcante e Cavalcante, 2006).

A umidade relativa tem grande influência no desenvolvimento vegetativo e no estado fitossanitário do maracujazeiro, no entanto, temperatura elevada, associada a ventos constantes e baixa umidade relativa causam dessecação dos tecidos pela transpiração excessiva e impede o desenvolvimento adequado do maracujazeiro. Deste modo, a umidade relativa do ar em torno de 60% é a mais favorável ao cultivo dessa cultura, porém quando acima desse valor, associadas às chuvas, favorecem o aparecimento de doenças da parte aérea, como, verrugose, antracnose e bacteriose (Lima e Borges, 2004).

O emprego da irrigação isoladamente não é suficiente para garantia de rendimentos satisfatórios no cultivo do maracujazeiro amarelo. Além disso devem ser empregadas: material biológico de alta qualidade (sementes ou mudas); manejo adequado do solo; controle eficiente de pragas, doenças e ervas daninhas, avaliação simultânea da fertilidade do solo e nutrição de plantas (Dias, 2003).

A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes é uma busca constante na agricultura irrigada, pois existe tendência de aumento no custo de energia e de redução da disponibilidade hídrica dos mananciais. Dentre os sistemas pressurizados, a irrigação localizada é a que propicia a maior eficiência de irrigação, uma vez que as perdas na aplicação de água são relativamente baixas (Azevedo, 1986).

A irrigação localizada destaca-se na fruticultura nacional como um dos sistemas de maior sintonia com a atual política nacional de recursos hídricos, pois utiliza a água com maior eficiência, permitindo um melhor controle da lâmina aplicada (Costa et al., 2000).

Como desvantagens do sistema de irrigação localizada, pode-se citar o alto custo inicial e a necessidade de um bom sistema de filtragem, por se tratar de um sistema fixo. Por outro lado, este sistema apresenta características importantes, tais como: alta eficiência de irrigação que varia de 80 a 95%; economia de energia em virtude de trabalhar com baixas pressões e baixa capacidade motriz; possibilidade do uso da fertiirrigação; pouco afetada pelo vento, além de poder trabalhar com águas salinas, desde que se utilizem tecnologias quanto ao manejo (Cavalcante et al., 2002a).

O sistema de irrigação localizada favorece uma economia de água considerável em relação ao método por aspersão, em geral, entre 60 a 80%. Na irrigação de plantas frutíferas, com grandes espaçamentos, a economia de água do sistema gotejamento é da ordem de 80% em relação à aspersão (Bernardo et al., 2008).

2.2 Biofertilizante na agricultura

O uso indiscriminado de fertilizantes minerais e de defensivos sintéticos na agricultura brasileira contribui para o aumento do custo de produção e da contaminação do meio ambiente, evidenciando a importância do aperfeiçoamento de técnicas de cultivo, com menor custo de produção e reduzidos impactos ambientais negativos. Ultimamente, a substituição dos agroquímicos por produtos alternativos, como os biofertilizantes, para o aumento da produtividade e controle de pragas e doenças das plantas vem crescendo em todo país e no mundo (Dias et al., 2004).

Atualmente existem diversas alternativas tecnológicas de aproveitamento da biomassa para geração de energia, tecnicamente viáveis para a agricultura familiar. Uma das alternativas que vem despertando grande interesse é a tecnologia de biodigestão anaeróbia de resíduos dos animais gerados pela implantação de biodigestores (Esperancini et al., 2007).

A reciclagem de dejetos via biodigestão anaeróbia tem sido implantada em muitas propriedades em razão do processo ser eficiente e estar envolvido no tratamento dos dejetos, na geração de energia (biogás) e na reciclagem de nutrientes (biofertilizante). A destinação dos efluentes dos biodigestores podem ser fertilizantes eficientes para diversas culturas, entre elas o maracujazeiro (Faria et al., 2009).

A compostagem feita com resíduos orgânicos sólidos e reutilização tem sido uma alternativa em busca de um material que proporcione melhoria na fertilidade do solo, diminuindo o uso dos fertilizantes minerais sintéticos (Moura, 2002).

Não existe uma fórmula padrão para produção de biofertilizantes. Receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas por pesquisadores para fins diversos. Segundo Seixas et al. (1980) a China e a Índia são os maiores produtores e consumidores dessa tecnologia, com mais de 150 mil unidades instaladas, abrangendo a produção do biogás ou gás metano CH_4 .

O tempo de fermentação do biofertilizante pode ser concluído em 30 dias no verão ou 45 dias no inverno. Segundo Meirelles et al. (1997) um dos fatores importantes para a fermentação é a temperatura. Para o biofertilizante feito com esterco, a melhor temperatura é $38^{\circ} C$, que é a temperatura do rúmex dos animais que pastam, seja coelho, camelo, vaca ou veado. No Nordeste, há regiões que permitem ter o produto em 14 dias. Em lugares onde a temperatura média do dia é de $18^{\circ} C$, pode levar até 90 dias, quando feito no inverno. Os autores alertam, também, que a falta de fermentação pode estar associada à contaminação ou alteração brusca do composto ou quando o esterco é oriundo de animais tratados com antibióticos.

A decomposição bacteriana da matéria orgânica sob condições anaeróbicas é feita em três fases: 1) fase de hidrólise; 2) fase ácida; 3) fase metanogênica. Na fase de hidrólise as bactérias liberam no meio as chamadas enzimas extracelulares, as quais irão promover a hidrólise das partículas e transformar as moléculas maiores em moléculas menores e solúveis ao meio. Na fase ácida as bactérias produtoras de ácidos transformam moléculas de proteínas gordurosas e carboidratos em ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido butílico), etanol, amônia, hidrogênio, dióxido de carbono e outros. E finalmente, na fase metanogênica, as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de

carbono transformando-os em gás metano (CH_4). Esta fase limita a velocidade da cadeia de reações devido principalmente à formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno da bactéria metanogênica, isolando-a do contato direto com a mistura em digestão, razão pela qual a agitação no biodigestor é prática sempre recomendável, através de movimentos giratórios do recipiente ou do gasômetro (Seixas et al. 1980).

De acordo com Silva et al. (2007), os biofertilizantes líquidos são insumos naturais, obtidos a partir da fermentação de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal em meio líquido, na presença (aeróbicos) e ausência (anaeróbicos) de oxigênio. Atualmente existem diversos tipos de biofertilizantes, a exemplo do biofertilizante comum ou puro, Supermagro, Vairo, Agrobom, Microgeo, entre outros.

A utilização do biofertilizante é uma prática recomendada para pequenos produtores rurais como uma alternativa viável e econômica, além disso, não é uma prática recomendada somente na adubação, mas também no controle de fitomoléstias, reduzindo assim, os custos com insumos e defensivos agrícolas (Darolt, 2002).

O uso de biofertilizante na forma líquida para a cultura do maracujazeiro amarelo obteve resultados promissores no que diz respeito aos aspectos nutricionais, de crescimento e produção das plantas podendo ser aplicado tanto na planta, como no solo (Silva, 2003).

Cavalcante et al. (2009) avaliaram a ação do biofertilizante bovino no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo em solos não salinos irrigados com águas de salinidade crescente e, observaram, que o biofertilizante estimulou o crescimento em altura, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas.

Na digestão anaeróbia há maior retenção de nitrogênio do que na digestão aeróbia, pela compostagem. Isto ocorre pelo fato das bactérias anaeróbias utilizarem pequena quantidade de nitrogênio dos resíduos vegetais e animais para sintetizarem proteínas (Rici et al., 2008).

Pesquisas revelam os efeitos positivos dos biofertilizantes líquidos sobre índices produtivos de culturas, bem como sobre aspectos relacionados à fertilidade do solo e nutrição de plantas. Nesse sentido, Kozen e Alvarenga (2005) observaram um aumento na produção de milho forrageiro e milho grão, sob aplicação isolada ou combinada do insumo com adubação química e Ceretta et al. (2003) e Queiróz et al. (2004) concluíram que o uso sistemático de esterco líquido resultou na adição de grandes quantidades de nutrientes ao solo, refletindo-se no aumento dos teores de fósforo, cálcio e magnésio em áreas sob

pastagem natural, além de melhorar o ambiente para crescimento das plantas, mas provocando a diminuição da saturação por bases.

A pulverização do pomar com biofertilizante líquido promoveu nutrição mais equilibrada das plantas em macro e micronutrientes (Santos, 1991). Especificamente no maracujazeiro amarelo a pulverização com o biofertilizante resultou em melhor desenvolvimento das plantas expresso pelo crescimento dos ramos, expansão da área foliar e tamanho dos frutos (Icuma et al., 2000).

A utilização de biofertilizante bovino na forma líquida também deve ser aplicada ao solo uma vez que pode contribuir para melhoria de alguns atributos físicos como velocidade de infiltração, aeração e armazenamento de água além de acelerar a atividade microbiana (Bettiol et al., 1998).

Na utilização do biofertilizante, Prates e Medeiros (2001) sugerem uma frequência de pulverização foliar em todas as fases fenológicas (brotação, vegetação, florescimento e frutificação) das plantas e também na pós-colheita, mantendo o equilíbrio metabólico vegetal.

A utilização de biofertilizantes líquidos atua positivamente no manejo ecológico de formigas cortadeiras, pragas de hortaliças e pulgões, cochonilhas, percevejos e ácaros em plantas frutíferas. Ao final de duas semanas, após a aplicação, constataram a morte de 100% das colônias de formigas da espécie *Atta sp.* (Mesquita, 2005).

Ao avaliar a resposta do maracujazeiro amarelo, aos volumes de 4 e 8 litros de biofertilizante bovino por planta no solo, na proporção em água de 1:1, Silva (2000) observou ação positiva do insumo sobre o diâmetro caulinar e massa média dos frutos. Resultados semelhantes foram apresentados por Santos (2004) ao constatar que o biofertilizante puro, aplicado ao solo na forma líquida, proporcionou maior desenvolvimento do caule, maior número de frutos colhidos e maiores rendimentos por planta e por área em relação aos tratamentos sem o insumo.

O biofertilizante, quando aplicado via pulverização, exerce efeito fitoprotetor no controle de pragas, doenças e nutricional às plantas, mas também pode exercer melhoria física e na fertilidade quando incorporado ao solo (Penteado, 2004). Apesar da agricultura orgânica ter elevado nível de aceitação no mundo inteiro, inclusive no estado da Paraíba, os resultados preliminares de algumas pesquisas em pimentão (Alves, 2006); milho (Silveira, 2007); maracujá amarelo (Santos, 2004; Campos, 2006; Araújo, 2007; Cavalcante et al., 2007; Rodrigues, 2007; Rodolfo Júnior, 2007), evidenciam que o biofertilizante puro e os enriquecidos quimicamente não substituem totalmente os insumos

minerais. Essa afirmativa fundamenta-se na inferioridade estatística da maioria das componentes de produção das respectivas culturas, em solos com ambos os tipos de insumos orgânicos, em comparação aos tratamentos com biofertilizantes juntamente com nitrogênio, nitrogênio e potássio e NPK (Rodrigues, 2007; Rodolfo Júnior, 2007; Silva et al., 2007).

O biofertilizante pode reduzir o potencial osmótico entre as plantas e o meio resultando em absorção de água e nutrientes e, com efeito, no aumento do ajustamento osmótico, também conhecido como aumento da tolerância das plantas aos sais, como já evidenciam os resultados durante a germinação e crescimento inicial da mamoneira (Campos et al., 2004) e do maracujazeiro amarelo (Sousa et al., 2008).

No controle de doenças fúngicas Tratch e Bettiol (1997) verificaram que os biofertilizantes apresentam potencial para o controle de diversos fungos fitopatogênicos. As concentrações dos biofertilizantes nas dosagens de 1, 5, 10 e 20 % inibiram totalmente a germinação dos esporos do fungo de *B. cinerea*, *A. solini*, *C. plumierae* e *H. vastatris*, respectivamente. A resistência das plantas submetidas aos biofertilizantes pode ser aumentada por mudanças na anatomia (aumento da espessura da parede celular, maior grau de lignificação e/ou silificação) e na fisiologia e propriedades bioquímicas do hospedeiro. O controle desses patógenos pode ser explicado pela ação direta dos sais sobre a germinação ou formação de conídios e aumento da comunidade de antagonistas (Bettiol et al., 1998).

O biofertilizante bovino e calda bordaleza nem sempre controlam algumas doenças fúngicas e viróticas das plantas. Nesse sentido, Cruz et al. (2003) constataram que o biofertilizante, na proporção de 5 %, e a calda bordaleza nos percentuais de 10% de sulfato de cobre e 2% de cal virgem não exerceram efeitos positivos sobre as doenças fúngicas variola ou pinta preta (*Asperisporium caricae* Speg Maubl) e viróticas meleira e mancha anelar do mamoeiro (*Papaya ringspot*, PRSV).

A aplicação do biofertilizante no solo deve ser feita com base na fertilidade e no tipo de cultura. Por isso, quase sempre deve ser diluído em água para não causar toxicidade e, até, a morte das plantas. Após realizarem um ensaio em casa de vegetação, Devidé et al. (2000) aplicaram o biofertilizante juntamente com as doses 10, 20, 40 e 80 mL por litro de solo e observaram inibição significativa do aumento das doses de biofertilizantes sobre o crescimento de pepino, milho e soja. O pepino foi a cultura mais sensível e mais precocemente prejudicada, mas o milho e a soja também tiveram o crescimento inibido e apresentaram clorose e necrose foliar. Esse comportamento foi também registrado por

Cavalcante et al., 2004 em plantas de maracujazeiro amarelo, cultivadas em sacos de fertilizantes minerais com diâmetro de 36 cm e submetidas à aplicação de biofertilizantes bovino ao solo na forma líquida nas proporções em água de 1:1, aos volumes de 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 L planta⁻¹. Conforme o autor as plantas, aos 60 dias de idade, apresentaram manchas amarelas nas margens das folhas novas a as folhas adultas necrosadas internamente, refletindo-se na ação negativa dos insumos sobre o desenvolvimento, crescimento e produção da cultura.

Os biofertilizantes quando utilizados como fertilizante apresentam uma maior expressividade no que se refere à qualidade do que em quantidade, uma vez que possuem em sua composição quase todos os macros e micronutrientes essenciais às plantas, mas em proporções marcadamente inferiores em relação aos fertilizantes minerais. A sua composição química, em geral, apresenta grande variabilidade em função da natureza do material utilizado, época do ano, determinação dos constituintes, idade após a preparação, métodos de análises utilizados e método empregado para o preparo, nesse sentido, verifica-se na literatura, expressiva variação nos teores de macro e micronutrientes do biofertilizante comum em diferentes épocas (Dantas et al., 2006).

Alves (2006) avaliou a produtividade do pimentão, as mudanças na fertilidade do solo e o estado nutricional das plantas referente a dois tipos de biofertilizantes bovino e Agrobio e cinco doses definidas a partir de níveis de cálcio (0; 0,65; 1,30; 1,95; 2,60 g cova⁻¹) aplicados no solo, e verificou que os biofertilizantes não diferiram entre si quanto aos componentes da fertilidade do solo, mas elevaram expressivamente os valores do pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. Nesse caso, segundo o autor, seria mais viável para o produtor utilizar o biofertilizante puro, pois, além de sua produção ser de custo baixo, proporciona resultados similares aos do biofertilizante Agrobio.

Campos et al. (2008) estudaram o desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante, potássio e cobertura morta correspondente a cinco níveis de potássio (0; 10; 15; 20 e 25 g planta⁻¹), na ausência e presença do biofertilizante bovino na razão de 1:4, sendo fornecido 15 L por m², no solo com e sem cobertura morta das covas com restos de cultura em camadas de 5 cm de espessura e, verificaram que o biofertilizante bovino estimulou o crescimento das plantas reduzindo em sete dias o período da poda da haste principal e dos ramos laterais. Verificaram ainda que o número de ramos produtivos foi significativamente superior estatisticamente nas plantas tratadas com biofertilizante e sem cobertura morta do solo.

Os biofertilizantes além de serem utilizados como adubo foliar, podem também ser aplicados como adubos orgânicos nos solos. Segundo Silva et al., 2007 os biofertilizantes exercem melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, bem como nas culturas, promovendo resultados promissores principalmente porque são isentos de sementes e serem ricos em húmus.

2.3 Biofertilizante e a salinidade da água de irrigação às plantas

O uso pouco eficiente das águas existentes no mundo, para as mais diversas finalidades, tem ocasionado a perda de sua qualidade. Nas regiões semiáridas, onde a perda de água por evapotranspiração é muito intensa, o problema se agrava ainda mais quando ocorre a escassez desse recurso em épocas de estiagens prolongadas (Vieira et al., 2005). Nos últimos anos, a prática da irrigação tem se intensificado como meio de sobrevivência e de desenvolvimento econômico das regiões envolvidas. Com isso, também aumentou o uso das águas superficiais e/ou subterrâneas para a sua realização, sendo que essas águas são responsáveis pela adição de parte dos sais presentes no solo, que quando em grande quantidade, afeta a produção agrícola.

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo das culturas, do solo e da água de irrigação (Rhoades et al., 2000).

Segundo Ayers e Westcot (1999), para se evitar que os sais se acumulem na zona radicular das plantas em concentrações perigosas, é necessário lixiviar quantidades de sais igual ou maior à aplicada com água de irrigação durante determinado período de tempo. No Nordeste brasileiro, a distribuição irregular das chuvas no espaço e no tempo e as grandes perdas hídricas por evaporação e transpiração, ocasionam grande aumento nas concentrações dos sais, dentre outros elementos que comprometem a qualidade da água (Rodrigues et al., 2005). Diante disso seu uso pode ter limitações para o consumo humano e irrigação.

A irrigação é apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento socioeconômico de regiões semiáridas quando há disponibilidade de água. Entretanto, esta deve ser manejada adequadamente, a fim de evitar problemas de salinização dos solos e de degradação dos recursos hídricos e edáficos, uma vez que as condições climáticas dessas regiões são extremamente favoráveis à ocorrência de tais problemas (Gurgel et al., 2006).

A salinidade é um dos principais obstáculos ao sistema de produção nas regiões sujeitas o déficit hídrico, onde seus efeitos manifestam-se através de alterações nos atributos físicos e químicos do solo e pela ação direta de íons específicos sobre a nutrição de plantas (Rodolfo Júnior, 2005). O Nordeste brasileiro apresenta potencial para o cultivo de plantas frutíferas principalmente em áreas irrigadas e dentre as frutíferas insere-se a goiabeira que é considerada moderadamente sensível à salinidade (Ferreira et al., 2001).

A salinidade da água de irrigação e do solo exerce efeito depressivo, de forma direta ou indiretamente, brusca ou lentamente, total ou parcialmente, sobre a germinação das sementes, produção de mudas, rendimento e qualidade da produção da grande maioria das plantas cultivadas. Especificamente em plantas frutíferas tem se registrado efeitos mais drásticos da irrigação com águas salinas, no abacaxi (Barreiro Neto, 2006), acerola (Gurgel et al., 2003), banana (Gomes et al., 2005) citrus (Soares et al., 2006); goiaba (Cavalcante et al., 2005a), graviola (Carvalho, 1999), mamão (Cordeiro, 1997), manga (Silva, 2002), maracujá amarelo (Miguel et al., 1997; Soares et al., 2002; Costa et al., 2005; Macedo, 2006). Essa situação evidencia a necessidade de adoção de técnicas que reduzam os efeitos negativos da salinidade sobre a formação de mudas e manutenção da capacidade produtiva das lavouras, em áreas onde a água constitua riscos de sais ao sistema produtivo.

Dentre as alternativas registram-se a redução das perdas hídricas com cobertura morta que mantém o solo mais úmido e menos aquecido; maior frequência de irrigação para exercer efeito diluidor dos sais às plantas e reduzir o estresse de natureza osmótica nutricional e tóxica além de emprego de produtos que exerçam efeitos atenuadores da salinidade nas diversas fases do ciclo vegetativo das plantas (Baalousha et al., 2006).

Quanto ao biofertilizante bovino, não há comprovação científica de que exerça efeito positivo no aumento do ajustamento osmótico das plantas sob estresse salino e nem como atenuador dos efeitos prejudiciais da salinidade às plantas. Entretanto, por ser um insumo orgânico, depois de aplicado, em solo salino ou num solo não salino irrigado com água salgada, pode contribuir para a liberação e a produção de substâncias húmicas que reduzam a diferença de potencial osmótico entre o interior das plantas e o meio salino refletindo-se na sobrevivência da cultura que, ao longo do tempo possa crescer e até produzir em meios adversamente salinizados (Taiz e Zeiger, 2004).

Ao considerar que o biofertilizante é uma fonte de compostos bioativos como bactérias, leveduras, algas e fungo e ser mais rico em húmos que o esterco bovino fresco que o originou, exercer ação positiva na nutrição, fitossanidade das plantas e estimular a liberação de substâncias húmicas no solo, possivelmente possa exercer ação positiva na

redução da salinidade às plantas. Nesse sentido, Campos et al. (2004), Rodolfo Junior (2005), Sousa et al. (2006) e Campos et al. (2009), submeteram sementes de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) e de mamoneira (*Ricinus communis*) à salinidade crescente da água de irrigação, em substratos com e sem biofertilizante bovino fornecido ao solo na forma líquida e ao nível de 10% em volume do substrato e constataram que, independente da ausência ou presença do biofertilizante, a germinação das sementes, a altura das plantas, o diâmetro do caule, a biomassa das raízes e da parte aérea diminuíram com o aumento da salinidade da água, mas com declínios significativamente inferiores nos tratamentos com o insumo, em todas as culturas.

Resultados de Baalousha et al. (2006) revelam que o acúmulo de solutos orgânicos mantém o potencial osmótico no tecido celular menor que o da solução externa. Nessa condição, conforme os autores, as plantas paulatinamente vão absorvendo água e nutrientes em meios adversamente salinos. Sempre que esse fenômeno ocorre para os autores há incremento da tolerância das plantas aos sais, refletido pela superioridade da emergência das plântulas, crescimento vegetativo e produção de biomassa, como registrado por Campos et al. (2004), Rodolfo Junior (2005), Sousa et al. (2006) e Campos et al. (2009), respectivamente para mamoneira, tomateiro, e maracujazeiro amarelo e mamoneira.

No município de Coronel Ezequiel, área semi árida do Rio Grande do Norte, um experimento foi desenvolvido para avaliar componentes da produtividade da cultura sob irrigação com água salina, de condutividade elétrica $3,4 \text{ dS m}^{-1}$, referentes as distâncias de plantio nas linhas de 3; 6; 9; 12 m, em solo sem e com cobertura morta, em plantas sem e com poda do ápice da haste principal ao atingirem o arame de sustentação e, constataram que o aumento das distâncias de plantio promoveu aumento de número de frutos por planta, aumento da massa de frutos, mas reduziu a produtividade. Comparativamente com plantas irrigadas com água sem restrição à agricultura, a alta salinidade da água de irrigação ($3,4 \text{ dS m}^{-1}$) não exerceu efeito negativo no rendimento do maracujazeiro amarelo (Macedo et al., 2006).

O biofertilizante aplicado ao solo na forma líquida proporciona aumento na velocidade de infiltração da água do solo (Mellek et al., 2010), e essa propriedade podem resultar no maior crescimento e produção das culturas. Estudos recentes evidenciam que o biofertilizante pode atenuar os efeitos negativos da salinidade da água de irrigação sobre os processos de germinação, crescimento e produção de biomassa em algumas culturas a exemplo do tomateiro (Rodolfo Júnior, 2005), noni-*Morinda citrifolia* (Nunes et al., 2009) e goiabeira Paluma (Cavalcante et al., 2010).

2.4 Vinhaça na agricultura

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destacando-se os estados de São Paulo, Paraná, Alagoas, Minas Gerais, e Pernambuco. No estado de São Paulo, essa cultura é responsável por 60% da produção nacional, sendo predominante no segmento industrial, comparado em nível mundial, líder em competitividade (IBGE, 2009).

O meio ambiente vem sentindo os impactos da produção de resíduos oriundos de diversas atividades. Dessa forma, isso tem despertado a contaminação do solo e dos corpos de água, a partir de diferentes processos. Para Matos (1995), a preocupação com a preservação ambiental cresce à medida que os resíduos agroindustriais são utilizados na agricultura, como forma de compatibilizar sua destinação final com as necessidades de fertilizantes das culturas.

Um dos principais fatores que justificam o uso de águas residuárias na agricultura refere-se à possibilidade de se reduzir o uso de fertilizantes minerais. Por outro lado, a falta de informações sobre a qualidade da água a ser utilizada na agricultura pode propiciar efeitos deletérios nas propriedades físico-químicas do solo e no rendimento das culturas (Sampaio, 1999).

A vinhaça, também conhecida por “restilo”, “vinhoto” ou “calda” é um subproduto da industrialização da cana-de-açúcar, resultante da fabricação do álcool ou da aguardente rica em matéria orgânica que tem sido utilizada em várias regiões do país como fertilizante orgânico natural (Arakaki e Calheiros, 1998). A vinhaça apresenta pH sempre ácido e elevado conteúdo de potássio em relação aos minerais totais e aos nutrientes nitrogênio e fósforo (Glória, 1996).

A agroindústria sucroalcooleira caracteriza-se pela produção de grande volume de resíduos, em sua maioria resíduos líquidos. Dentre esses resíduos destaca-se a vinhaça. A vinhaça é um resíduo resultante da produção de álcool após a destilação e fermentação da cana-de-açúcar, constitui um dos principais efluentes sob o aspecto de potencial de poluição (Camara e Oliveira, 1993). No entanto, pela sua riqueza em nutrientes a vinhaça tornou-se uma importante fonte de reciclagem de nutrientes.

Segundo relatos de Bresiani (1993), a utilização da vinhaça tem resultado na alteração das propriedades do solo sob diferentes aspectos: morfológico, físico, químico e biológico. É evidente que estas alterações são mais acentuadas nos casos de adição de grandes volumes de vinhaça no solo, que podem comprometer desde as características

físicas e químicas do solo até as águas subterrâneas a partir da sua percolação, e também as águas superficiais.

No geral, a vinhaça é rica em matéria orgânica e em nutrientes minerais como o potássio (K), o cálcio (Ca) e o enxofre (S), e possui uma concentração hidrogeniônica que lhe confere valores de (pH) entre 3,7 e 5,0 (Ludovice, 1996).

O conhecimento da composição química da vinhaça a ser utilizada na adubação é de fundamental importância, principalmente para a orientação quanto às dosagens a serem aplicadas no campo.

Almeida (1952) observou diversos fatores que interferem na composição química da vinhaça, ressaltando-se a natureza e a composição da matéria-prima, assim como o tipo e a condução do aparelho de destilação.

Um dos primeiros trabalhos sobre a composição de vinhaça em nosso meio foi realizado por Almeida (1952), sendo que uma vasta revisão bibliográfica sobre o assunto, no Brasil, é apresentada por Silva e Orlando Filho (1981).

Com base em levantamentos realizados pelo PLANALSUCAR nas diferentes zonas canavieiras do País, revela a composição química da vinhaça para as regiões de São Paulo, Campos-RJ, Alagoas e Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química da vinhaça de diferentes tipos de mosto segundo diversos autores

Elemento	Mosto de melaço				Mosto misto				Mosto de caldo			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
* N	0,57	0,79	0,70	0,60	0,48	0,43	0,36	0,33	0,28	0,35	0,26	0,25
* P ₂ O ₅	0,10	0,14	0,34	0,22	0,09	0,14	0,61	0,24	0,09	0,11	0,49	0,18
* K ₂ O	3,95	5,50	7,59	5,08	3,34	2,61	2,59	2,18	1,29	1,15	1,72	1,94
* CaO	1,85	2,25	2,41	2,10	1,33	1,46	0,57	0,84	0,13	0,76	0,17	0,56
* MgO	0,98	1,02	1,40	0,84	0,58	0,52	0,54	0,33	0,21	0,30	0,41	0,33
* SO ₄	-	-	1,05	-	-	-	1,60	-	-	-	2,03	-
* Mat. Org.	37,30	56,90	54,68	47,40	28,97	45,10	31,67	19,10	22,31	34,70	25,24	15,30
** Fe		120	67	52		130	47	57		110	51	45
** Cu		9	3	3		57	2	4		18	1	1
** Zn		3	3	4		50	3	4		2	2	3
** Mn		11	6	7		5	6	6		10	6	5
pH	4,2	4,2	4,4	4,2	4,4	3,8	4,0	3,6	3,7	3,6	3,6	3,5

* kg/m³ vinhaça

** ppm

Fonte: (1) Rodella et al. (1980); (2) Bolsanello e Vieira (1980); (3) Vasconcellos e Oliveira (1981); (4) Medeiros (1981)

Através dos valores médios da Tabela 1, para N, P₂O₅ e K₂O, elaborou-se a Tabela 2, que indica as equivalências de fertilizantes minerais (uréia, superfosfato triplo e cloreto de

potássio), contidos em 1 m³ de vinhaça de diferentes origens, mostrando o valor fertilizante do resíduo.

Tabela 2. Equivalência entre o m³ de diferentes tipos de vinhaça e fertilizantes minerais nele contido

Tipo de vinhaça (m ³)	kg de fertilizantes		
	Uréia	Superfosfato triplo	Cloreto de potássio
Mosto de melaço	1,49	0,45	9,22
Mosto de caldo	0,89	0,60	4,47
Mosto misto	0,65	0,49	2,55

Fonte: (1) Rodella et al. (1980); (2) Bolsanello e Vieira (1980); (3) Vasconcellos e Oliveira (1981); (4) Medeiros (1981)

Lyra et al. (2003) avaliaram o potencial poluidor da vinhaça sobre a qualidade de água do lençol freático em área cultivada com cana-de-açúcar que, ao longo do tempo, vem sendo fertirrigada com vinhaça, e observaram que a aplicação de vinhaça na fertirrigação de canaviais, apesar de minimizar seu potencial poluidor, não garante o atendimento a todos os parâmetros de qualidade exigidos pelo CONAMA para rios de classe 2, afetando a qualidade da água do lençol freático, para uma taxa de aplicação de 300 m³ ha⁻¹, nas condições do estudo.

Glória e Orlando Filho (1983) enumeraram os seguintes efeitos da vinhaça no solo: a) elevação do pH; b) aumento da disponibilidade de alguns íons, assim como cálcio, magnésio e principalmente o potássio, etc.; c) aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); d) aumento da capacidade de retenção de água e) melhoria da estrutura física do solo. A vinhaça deve ser vista, também, como agente do aumento da população e atividade microbiana no solo, em virtude do aumento da umidade do solo e maior teor de matéria orgânica (Silva e Ribeiro, 1998). O pH dos solos tratados com vinhaça aumenta, embora nos primeiros dez dias após sua aplicação o pH sofra uma redução considerável para, posteriormente, elevar-se abruptamente, podendo alcançar valores superiores a sete; este efeito está ligado à ação dos microrganismos (Rossetto, 1987).

A matéria orgânica pode ser considerada fator importante na produtividade agrícola devido à influência que exerce sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Azeredo e Manhães, 1983). No momento em que a matéria orgânica contida na vinhaça é incorporada ao solo, ela é colonizada por fungos, os quais a transformam em húmus, neutralizando a acidez do meio preparando, deste modo, o caminho para proliferação bacteriana; assim, quando adicionada como fertilizante, favorece também o

desenvolvimento desses microrganismos os quais atuam na mineralização e imobilização do nitrogênio e na sua nitrificação, desnitrificação e fixação biológica, bem como de microrganismos participantes dos ciclos biogeoquímicos de outros elementos.

Segundo Neves et al. (1983) a adição de vinhaça, juntamente com a incorporação de matéria orgânica, pode melhorar as condições físicas do solo e promover maior mobilização de nutrientes, em função da maior solubilidade proporcionada pelo resíduo líquido. Cunha et al. (1981) relatam que a dinâmica do nitrogênio no solo tratado com resíduos orgânicos, tal como a vinhaça, é complexa, devido às transformações bioquímicas. O nitrogênio está presente na vinhaça, predominantemente na forma orgânica, e a mineralização é a primeira transformação biológica que ocorre no solo. Uma vez que a relação C/N na vinhaça é baixa, uma significativa mineralização das formas imobilizadas de nitrogênio no solo pode ocorrer; contudo, Madejón et al. (2001) trabalhando com associação de vinhaça e outros materiais orgânicos no condicionamento do solo, observaram pequena elevação na salinidade, no conteúdo de matéria orgânica e no nitrogênio total. Lyra et al. (2003), concordam com Madejón et al. (2001) ao sugerirem que se pode esperar uma elevação na concentração de sais no solo e risco potencial de salinização com a aplicação de vinhaça durante anos consecutivos.

A fertirrigação com vinhaça nos canais foi intensificada a partir das proibições de despejo desse subproduto nos cursos d'água. Além disso, essa prática de aplicação de vinhaça in natura ganhou espaço uma vez que requeria pouco investimento, baixo custo de manutenção, não envolvia uso de tecnologia complexa e possibilitava uma rápida eliminação de grandes quantidades desse material. A partir de então, alguns estudos indicaram a ação benéfica dessa prática em relação à recomposição de algumas propriedades químicas do solo (Cortez et al., 1992).

Por se tratar de um método barato e de melhor eficiência na eliminação desses resíduos, a dosagem de vinhaça aplicada por fertirrigação nem sempre é rigidamente controlada. Conforme Szmrecsányi (1994), o uso da vinhaça na prática da fertirrigação apesar de antiga e bem disseminada, não pode ser excessiva ou indiscriminada uma vez que seu potencial poluidor compromete o meio ambiente, desde as características físicas e químicas do solo até as águas subterrâneas a partir da sua percolação.

Ludovice (1996) conclui no seu estudo que os solos sob os canais de escoamento de vinhaça são excessivamente suscetíveis a contaminação por percolação da ordem de 91,4%, colocando em risco a potabilidade dos lençóis freáticos.

Nota-se que a prática da disposição de vinhaça nas lavouras de cana-de-açúcar, apesar de trazer em muitos casos um viável retorno econômico na forma de melhorias na produtividade, ocasiona sérios danos ambientais principalmente em áreas de aplicação irresponsável e não controlada.

Segundo estudos de Hassuda (1989), a lixiviação da vinhaça para água superficial indisponibiliza sua potabilidade, uma vez que transfere para água, altas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica.

Os primeiros estudos sobre os efeitos da vinhaça num solo foram desenvolvidos por Almeida et al. (1950), e verificaram que o pH do solo aumentou com a aplicação desse subproduto, podendo atingir até a faixa de alcalinidade, além de provocar alteração de outras propriedades do solo, como o aumento da matéria orgânica e, em consequência, aumento da capacidade de troca de cátions e soma de bases (Camargo et al., 1983).

Peixoto e Coelho (1981) ao aplicarem vinhaça no solo conseguiram aumento na produtividade da cana-de-açúcar e melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo. A aplicação de vinhaça em dois Latossolos propiciou acréscimo moderado no pH, com conseqüente diminuição do alumínio trocável (Ribeiro e Sengik, 1983), aumento do teor de matéria orgânica, juntamente com os nutrientes (Arruda, 1956) e elevação dos teores de bases trocáveis (Brieger, 1977). A vinhaça pode também afetar a dispersão, ou floculação de argila, dependendo da composição e do balanço de cátions na sua composição, além da natureza mineralógica dos constituintes da fração argila (Ribeiro et al., 1983).

Após incorporarem vinhaça ao solo durante três anos, Camargo et al. (1983) observaram que, de modo geral, este resíduo interferiu nas propriedades físicas e químicas do solo, tais como: saturação por potássio, capacidade de troca catiônica, pH, carbono orgânico, condutividade elétrica e micronutrientes (Zn, Cu, Mn e Fe) e, na agregação das partículas do solo e limite de plasticidade. Ranzani et al. (1956) constataram que a vinhaça aumentou a condutividade elétrica do solo e promoveu alterações nas propriedades físicas como: aumento da porosidade total do solo. Verificou também que a vinhaça quando analisada como fertilizante proporcionou condições mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas quando comparada à adubação mineral.

Arakaki e Calheiros (1998) afirmam que a utilização agrícola da vinhaça, na irrigação da cana-de-açúcar, vem há muito tempo contribuindo para reduzir o estresse hídrico no sistema solo-planta melhorando as condições físicas e de fertilidade dos solos.

Freire e Aguiar (1995) ao estudarem a incorporação de doses de vinhaça em dois solos constataram aumento da porcentagem de agregados e da porosidade de ambos os

solos. Segundo Camargo et al. (1983), o aumento na estabilidade dos agregados pode ser justificado pela maior atividade microbiana juntamente com a produção de mucilagem que contribuiu com a união das partículas do solo.

Almeida (1994) estudou o efeito de torta de filtro e vinhaça como alternativa de recuperação de um solo com problemas de sódio trocável, e constatou que o gesso apresentou melhores resultados quando comparado com a torta de filtro e que a lixiviação do solo com vinhaça superou positivamente os resultados apresentados pela água de chuva em todos os tratamentos. O uso da vinhaça poderia excluir também a incorporação de outros corretivos na recuperação de solos salino-sódico.

Em experimento de casa-de-vegetação, a incubação da camada superficial de um Podzólico com doses crescentes de vinhaça (até 1600 m³), induziu aumentos consistentes na condutividade elétrica do extrato de saturação (Santos, 1981).

A manutenção da palha e a aplicação de resíduos da indústria sulcroalcoleira (vinhaça), por outro lado, podem beneficiar o solo pela ciclagem de nutrientes, reduzindo a aplicação de fertilizantes industriais (Trivelin et al., 1997).

Lobalto et al. (1998) constataram que o aumento da condutividade hidráulica do solo foi diminuindo gradativamente e, de forma substancial, para os tratamentos com mais de 400 m³/ha, de vinhaça ou com água, em média nos tratamentos com água a condutividade hidráulica foi superior em 22% ao obtido com vinhaça. Por outro lado Silveira (1997) num solo sódico tratado com gesso, incubado com água destilada e com vinhaça, a condutividade hidráulica no solo incubado com vinhaça superou substancialmente a do solo incubado com água.

A aplicação de vinhaça tem se constituído em alternativa técnica e economicamente viável em áreas exploradas com cultura de cana-de-açúcar, próximas a destilarias de álcool. Essa prática foi possível após verificarem que a vinhaça aumentou os teores de bases trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺), carbono orgânico e condutividade elétrica. Por outro lado, constatou baixa dinâmica desse resíduo no solo sem atingir faixas mais profundas do perfil (Sengik et al., 1988). Os efeitos da aplicação da torta de filtro e da vinhaça, como corretivos, na recuperação de um solo salino-sódico, lixiviado com água de chuva ou vinhaça, e no estabelecimento da cultura do arroz irrigado, foram avaliados por (Ruiz et al., 1997), e concluíram que a lixiviação com vinhaça mostrou resultados superiores aos apresentados pela água de chuva, tanto na recuperação do solo como no desenvolvimento do arroz. Conforme os autores, isto é um indicativo da possibilidade de recuperação dos

solos-sódicos com o uso da vinhaça, até mesmo excluindo-se a incorporação de outros corretivos convencionais.

O gesso agrícola e a vinhaça, por sua vez, são dois resíduos agroindustriais produzidos em grandes quantidades no Brasil e por apresentarem elementos essenciais às plantas em sua composição, podem ser utilizados como fertilizantes na agricultura, o que, de fato, já vem ocorrendo, principalmente na cultura da cana-de-açúcar, onde a vinhaça é utilizada na fertirrigação em áreas que receberam aplicações de gesso (Santos et al., 2005).

De acordo com Matiazzo e Glória (1980), o pH tende a diminuir nos primeiros dez dias após sua adição para, depois, se elevar bruscamente podendo, então, dependendo do volume de vinhaça aplicada, atingir valores superiores a 7, como constataram também Glória e Magro (1976) e Stupiello et al. (1977). O aumento na disponibilidade de P decorrente da adição de vinhaça ao solo, pode ocorrer pela ação direta dos componentes da matéria orgânica atuando como agentes complexantes e, indiretamente, pelo aumento do pH e da atividade microbiana (Glória e Orlando Filho, 1983).

Silveira (1997), ao estudar o uso de gesso e vinhaça na recuperação de um solo afetado por sódio trocável, verificou que o gesso associado à incubação com vinhaça reduz o pH do solo ao nível suficiente para o desenvolvimento das culturas, proporciona aumento da condutividade hidráulica, contribui para melhoria da estabilidade dos agregados e aumenta a percentagem e o índice de velocidade de germinação da cultura do feijão.

Em solo sódico tratado com gesso e incubado com vinhaça e água destilada durante um período de 120 dias, Silveira (1999), concluiu que o uso do gesso e a incubação do solo com vinhaça na recuperação do solo, foi mais eficiente que a água destilada, pois foi encontrada melhoria nas propriedades físicas como: formação e estabilidade de agregados e condutividade elétrica, química do solo (redução do pH, lixiviação dos sais e entre eles o Na^+) e estabelecimento do feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Freire e Aguiar (1995) aplicaram vinhaça em dois solos distintos e deixaram em repouso por 30 dias. Afirmam que a matéria orgânica, predominante na vinhaça, é tida como agente cimentante das partículas do solo, e que os microorganismos ao metabolizarem, os açúcares de cadeia pequena, excretam uma mucilagem que aglutina as partículas do solo, resultando em melhorias na estabilidade estrutural e interfere na composição granulométrica do solo.

Estudos realizados por Santos (2002), em galpão telado pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia, PB, sobre a recuperação de um solo sódico: efeito do gesso agrícola, composto de lixo urbano e

vinhaça, verificou que a vinhaça mostrou-se mais eficiente na recuperação do solo degradado por sódio trocável.

Silva (2004) estudou a viabilidade de uso de vinhaça na recuperação de um solo salino sódico e concluiu que a vinhaça proporcionou, redução nos valores de CE, Ca^{2+} , H^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- e aumento nos teores de SO_4^{2-} e Na^+ , com o aumento dos períodos de incubação durante o processo de lixiviação. Verificou também aumento expressivo da matéria orgânica com a utilização da vinhaça, acréscimos nos teores de Ca^{2+} trocável e redução nos teores de Na^+ em relação ao solo original e que os tratamentos promoveram melhorias químicas e físicas avaliadas através da redução da CE, Na^+ e PST no solo, e aumento nos valores da macroporosidade e redução da argila dispersa em água.

Gava et al. (2003) estudaram a recuperação do nitrogênio (^{15}N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e verificaram que o desenvolvimento vegetal de soqueiras fertilizadas com vinhaça (100 m^3) e uréia (100 kg ha^{-1}) foi semelhante nas condições com ou sem cobertura da superfície do solo por palhada.

Busato et al. (2005) avaliaram as alterações nos compartimentos de fósforo (P) num Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo: I fracionamento seqüencial e observaram que a manutenção da palha e a adição de vinhaça alteraram a distribuição das formas de P no solo, com diminuição da participação das formas não-lábeis e consequentemente aumento das formas pouco lábeis e lábeis.

Paula et al. (1999) estudaram o uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção, utilizando quatro doses de vinhaça ($0 - 100 - 200 - 400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), mais um tratamento adicional: $12 \text{ g planta}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (KCl), e verificaram efeito significativo da vinhaça e do KCl sobre a produção. Com $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça e $20,5 \text{ g planta}^{-1}$ de KCl, os rendimentos tiveram um acréscimo de 70% e 73%, respectivamente, em relação à testemunha. A vinhaça na dosagem adequada substitui o KCl como fonte de K para o abacaxizeiro, com aumento no rendimento de frutos, e também, a vinhaça e o KCl elevam a participação de K na soma de bases a níveis adequados à obtenção de maiores rendimentos.

Silva et al. (1999) utilizaram dois solos: Podzólico Vermelho Amarelo (PV) textura arenosa e Latossolos Roxo (LR), coletadas a 0-20 cm de profundidade e constaram da aplicação de vinhaça isoladamente (V^*), de vinhaça e uréia ($\text{V}^* + \text{U}$), de vinhaça e palha de cana-de-açúcar ($\text{V}^* + \text{P}$), e de vinhaça mais uréia e palha ($\text{V}^* + \text{U} + \text{P}$), e foram incubados por 7, 14, 21, 28 e 35 dias e concluíram que as concentrações de N-NH_4^+ e N-NO_3^- proveniente da mineralização da vinhaça foram influenciadas pelo tipo de solo; a

adição de uréia promoveu uma maior disponibilidade de N-NH_4^+ e N-NO_3^- proveniente da vinhaça; a adição conjunta de uréia e vinhaça em presença de palha não alterou as concentrações nos solos de N-NH_4^+ proveniente da vinhaça, e as concentrações de N-NO_3^- aumentaram apenas no solo LR e as perdas por volatilização de N da vinhaça foram, em geral, crescentes, para todos os tratamentos no solo PV e mais elevadas (14%) que no solo LR (5%), neste, foram praticamente constantes.

Avaliando a composição química da vinhaça produzida no estado do Rio de Janeiro, Borsanello e Vieira (1980) mostraram que a matéria orgânica é o seu constituinte principal, e dentre os elementos minerais, o potássio, juntamente com o cálcio, aparecem com destaque. Dos micronutrientes analisados, o ferro foi o que apresentou maiores proporções. Também analisando a composição química da vinhaça, no estado de Alagoas, Vasconcellos e Oliveira (1981) mostraram a presença do sulfato (SO_4) com teores maiores do que o de potássio em vinhaça oriunda de mosto de caldo.

Cambuim e Cordeiro (1986) avaliaram a acumulação de nutrientes em areia quartzosa submetidas a dosagens de vinhaça de 200 a 400 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, observaram acréscimo do pH, P disponível e teores trocáveis de K, Ca e Mg, tendo havido decréscimo dos teores de Na trocável e acidez total.

Nunes et al. (1981) em Podzólico Vermelho Amarelo, constataram um aumento crescente de K, Ca e Mg trocáveis conforme aumentaram as doses de vinhaça, que variaram de 50 a 400 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Os teores de Na trocáveis mantiveram-se constantes enquanto houve aumento moderado do pH e decréscimo nos teores de Al trocáveis, P assimilável e de nitrato.

Com base em diversos estudos, Ferreira e Monteiro (1987) citam os principais efeitos da adição de vinhaça nas propriedades dos solos: elevação do pH, aumento da CTC, elevação do teor de carbono, aumento da condutividade elétrica, e alertam para o perigo da salinização em solos hidromórficos e aluviais. Por outro lado, Nunes Júnior (1987) relatou o efeito extremamente danoso da aplicação de volumes elevados de vinhaça sobre a maturação de diversas variedades de cana-de-açúcar.

Manhães et al. (2003) estudaram o acúmulo de potássio em solos de áreas canavieiras fertirrigadas no Norte Fluminense com vinhaça e águas residuais das indústrias há mais de dez anos e os efeitos cumulativos das aplicações durante uma safra, e verificaram que os solos amostrados em doze locais, em três épocas do ano agrícola 97/98 e em três profundidades: 0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm, o acúmulo de potássio foi extremamente elevado, inclusive em profundidade, podendo alcançar o lençol freático.

Santos et al. (2005), em um solo sódico tratado com gesso agrícola, composto de lixo urbano (CLU) e vinhaça, constataram que a vinhaça, isolada ou associada ao CLU, foi menos eficiente na redução do pH e dos teores de sódio nos lixiviados. Os períodos de incubação no solo apresentaram efeitos diferenciados sobre as variáveis analisadas, segundo os tratamentos de gesso, CLU e vinhaça, isolados ou associados.

Santos et al. (2005) avaliaram os efeitos da aplicação de termofosfato magnésiano; termofosfato + calcário e termofosfato + gesso + vinhaça, nas propriedades químicas do solo e na produtividade do milho (*Zea mays* L.) cultivar XL-345 da Braskalb, cultivado nos sistemas plantio direto e preparo convencional, verificaram que o solo corrigido com termofosfato magnésiano, as alterações nos atributos químicos do solo promovidos pela calagem e pela aplicação conjunta de gesso + vinhaça, não proporcionam benefícios adicionais à produção do milho.

Gomes et al. (2000) avaliaram o efeito de diferentes produtos condicionadores: gesso (20 Mg ha^{-1}); casca de arroz (15 Mg ha^{-1}); vinhaça ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e esterco de curral (40 Mg ha^{-1}); nas propriedades químicas do solo e seus reflexos nos componentes de produção e rendimento de grãos na cultura de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), verificaram que os menores valores de percentagem de sódio trocável (PST) no solo foram obtidos com o uso do gesso, enquanto os menores valores de salinidade (CEes) no solo foram alcançados com a utilização da vinhaça.

Em experimento de campo, Lyra (2002) trabalhou em uma área de 12 ha fertirrigada com vinhaça, onde foram instalados 30 poços de monitoramento a uma profundidade de 3 m; para o K ficou evidenciado que os solos estudados foram eficientes na remoção, visto que seus teores no lençol freático foram significativamente menores que os da vinhaça “in natura”.

Brito et al. (2005) avaliaram a qualidade do lixiviado e o comportamento de diferentes tipos de solo após a aplicação de vinhaça, com respeito ao K e ao Na e, verificaram uma redução na concentração de K do lixiviado, com aplicação de vinhaça, dependendo da textura do solo e do teor de argila; a concentração de K no solo aumentou em todos os solos, variando com a profundidade no perfil e que a aplicação da vinhaça alterou a concentração do Na no solo, em alguns casos, reduzindo os seus valores.

Prata et al. (2001) estudaram os efeitos da adição de vinhaça nos processos de degradação e sorção do herbicida ametrina em solos das classes Terra Roxa Estruturada (TR) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LV), em delineamento inteiramente casualizado arranjado em fatorial 2 (solos) x 3 (doses de vinhaça: 0, 100 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) que foi

conduzido aos 120 dias e concluíram que a degradação da ametrina foi maior na presença de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça; a adição de vinhaça ao solo faz com que o processo de mineralização da ametrina seja acelerado e a adição de vinhaça ao solo não interfere na sorção da ametrina.

Vários estudos sobre a disposição de vinhaça no solo vem sendo conduzidos, enfocando-se os efeitos no pH do solo, propriedades físico-químicas e seus efeitos sobre a cultura da cana-de-açúcar, mas poucos avaliaram o real potencial poluidor da vinhaça sobre o solo e o lençol freático. Embora os estudos sobre a disposição de vinhaça no solo se tenham iniciado em 1950, somente com o advento do Proálcool é que foram desenvolvidas pesquisas com o intuito de se verificar a possibilidade de poluição das águas subterrâneas e lençóis freáticos, por alguns componentes da vinhaça (Lyra et al., 2003).

Por sua vez, a utilização da vinhaça na fertirrigação promove a adição de nutrientes ao solo, elevação da umidade e do pH e melhora a resistência do solo à erosão, resultando no acréscimo da produtividade agrícola (Cambuim, 1983).

Mesmo com os efeitos benéficos da vinhaça no solo, Centurión et al. (1989) advertem que, quando aplicada em altas taxas, conduz a efeitos indesejáveis, como o comprometimento da qualidade da cana para a produção de açúcar, poluição do lençol freático e até para a salinização do solo.

A dinâmica dos constituintes da vinhaça no solo focando aos aspectos físicos e químicos e a possível poluição do lençol freático foram estudadas por Cunha et al. (1987), concluindo que houve pequeno risco do potássio e do nitrato em poluir a água subterrânea devido à irrigação com vinhaça, visto que a lixiviação de íons abaixo da profundidade máxima de observação (1,20 m) das unidades coletoras foi pequena.

Canellas et al. (2003) estudaram o efeito de longo prazo da preservação da palhada por ocasião da colheita e da adição de vinhaça sobre as propriedades químicas de um Cambissolo, em áreas com cultivo contínuo de cana-de-açúcar e concluíram que a adição de matéria orgânica na lavoura de cana-de-açúcar por um longo prazo, através da preservação da palhada por ocasião da colheita ou pela adição de vinhaça, alterou as propriedades químicas do solo e proporcionou melhoria na fertilidade do solo e na qualidade da matéria orgânica do solo com aumento do conteúdo de substâncias húmicas alcalino-solúveis mais condensadas.

2.5 Qualidade da água para agricultura

A água tem um papel relevante no processo de desenvolvimento das civilizações, sendo fator determinante para a viabilização de várias atividades econômicas, a qual é de fundamental importância para a vida em nosso planeta. De todos os recursos que a planta necessita para o seu desenvolvimento, a água é o fator mais importante e, ao mesmo tempo, o mais limitante para a produtividade agrícola e, certamente, indispensável ao sucesso de uma agricultura sustentável (Taiz e Zeiger, 2004).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que se tem que recorrer às águas de qualidade inferior e, para se evitar problemas conseqüentes, deve existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade (Ayers e Westcot, 1999).

A qualidade da água utilizada na irrigação é uma característica que deve ser questionada antes do início do cultivo, pois se trata de um dos fatores que têm limitado ou impossibilitado a expansão da produção agrícola no Nordeste brasileiro. Além disso, a alta taxa de evapotranspiração e a baixa pluviosidade contribuem para salinização dos solos irrigados (Medeiros, 1992). Embora, as águas salinas tenham sido consideradas inadequadas para irrigação, seu uso pode ser viabilizado, desde que se adotem práticas de manejo culturais adequadas e culturas tolerantes à salinidade (Steppuhn, 2001).

Toda e qualquer água contém sais solúveis, em quantidades e proporções variáveis, independentemente de sua origem. Assim, qualquer adição de água ao solo, quer seja por ascensão capilar do lençol freático ou pela irrigação, implica na adição de sais ao perfil. Portanto, se não for manejada corretamente, a água de irrigação, mesmo que seja de excelente qualidade, pode tornar-se um fator de salinização do solo (Pizarro, 1985).

Os sais mais comuns e geralmente presentes na água de irrigação em termos de cátions são: sódio, cálcio, magnésio e potássio, sendo os cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos os ânions mais freqüentes, enquanto, o boro, flúor e nitrato estão usualmente, presentes em pequenas concentrações, mas contribuem para limitar mais ainda o uso da água de irrigação (Rhoades et al., 1992).

Estudos realizados em 95 propriedades localizadas nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará, entre os anos de 1988 e 1992, Medeiros (1992) e

Audry e Suassuna (1995) mostram resultados semelhantes em cerca de 78% das águas analisadas e predomínio em sua composição do cloreto de sódio. Foram encontrados valores praticamente iguais em relação às concentrações de cálcio e magnésio, enquanto, em termos de condutividade elétrica (CE), estas variaram entre 0,067 e 5,97 dS m⁻¹.

A água pode sofrer grandes variações em termos de CE de acordo com a sua fonte e estação do ano, especialmente em açudes. Leprun (1983) realizou estudos em condições do Nordeste brasileiro e, verificou que a salinidade da água varia de acordo com a fonte, sendo estabelecido a seguinte ordem: açudes < rios < cacimbões < poços rasos. Em termos da presença de íons principais, a mesma apresenta a seguinte ordem: Na⁺ > Ca⁺⁺ > Mg⁺⁺ > K⁺ para os cátions e Cl⁻ > HCO₃⁻ > SO₄⁻ para os ânions. Foram observados ainda, grandes variações na composição da água em açudes, principalmente entre as estações seca e chuvosa.

Os parâmetros básicos de avaliação da qualidade de água para irrigação estão descritos na Tabela 3: acidez (pH), condutividade elétrica (CEa), cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonato, nitrogênio, boro, total de sólidos dissolvidos (TSD) e relação de adsorção de sódio (RAS).

Tabela 3. Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água de irrigação

Parâmetros	Símbolo	Unidade
Acidez	pH	-
Condutividade elétrica (25°C)	CEa	dS m ⁻¹
Cálcio	Ca ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹
Magnésio	Mg ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹
Sódio	Na ⁺	mmol _c L ⁻¹
Potássio	K ⁺	mmol _c L ⁻¹
Cloreto	Cl ⁻	mmol _c L ⁻¹
Sulfato	SO ₄ ⁻	mmol _c L ⁻¹
Carbonato	CO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹
Nitrogênio	(NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻)	mg L ⁻¹
Boro	B	mg L ⁻¹
Relação de Adsorção de Sódio	RAS	mmol _c L ⁻¹

Fonte: Richards (1954); Ayers e Westcot (1999)

Usualmente, a água de irrigação é classificada em relação a três parâmetros básicos, sendo o primeiro relacionado ao risco de salinidade, seguido de sodicidade ou problemas relacionados a infiltração e, por último, o risco de toxicidade causado por íons específicos (Ayers e Westcot, 1999).

Medeiros e Gheyi (1994) enfatizaram a necessidade de se desenvolver um sistema próprio de classificação de água para as condições brasileiras, como medida para se ter um prognóstico mais seguro do seu efeito quando usada na irrigação. Considerando a ausência de estudos nesta direção, os referidos autores sugerem que seja utilizada para classificação quanto à salinidade, a proposição do UCCC (University of Califórnia Committee of Consultants), citada em Frenkel (1984) e Pizarro (1985), por não ser tão conservadora como a de Richards (1954) e tão pouco genérica como a de Ayers e Westcot (1999).

Com respeito à sodicidade e conseqüentes problemas de infiltração, e à toxicidade iônica, as diretrizes apresentadas por Ayers e Westcot (1999) são adequadas. As referidas proposições de classificação quanto ao risco de salinidade e sodicidade encontram-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. As diretrizes com respeito à toxicidade iônica encontram-se na Tabela 6.

Tabela 4. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade

Classe de Salinidade	Richards (1954)	UCCC*	Risco de Salinidade	Ayers e Westcot (1999)	
	Faixas de CEa (dS m ⁻¹)			Faixas de CEa (dS m ⁻¹)	Problema de Salinidade
C1	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,7	Nenhum
C2	0,25 – 0,75	0,75 - 1,50	Médio	< 0,7 – 3,0	Moderado
C3	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,0	Severo
C4	> 2,25	> 3,00	Muito Alto	-	-

* University of Califórnia Committe of Consultants

Fonte: (Holanda e Amorim, 1997; Ayers e Westcot, 1999)

Tabela 5. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água

RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	Grau de Restrição		
	Nenhum	Ligeira e Moderada	Severa
	CEa (dS m ⁻¹)		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Fonte: Ayers e Westcot (1999)

Tabela 6. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação

Íon Específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de Restrição Para Uso		
		Nenhum	Ligeira/Moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9,0
Sódio, irrigação por aspersão	mmol _c L ⁻¹	< 3,0	> 3,0	-
Cloreto, irrigação por superfície	mmol _c L ⁻¹	< 4,0	4,0 – 10,0	> 10,0
Cloreto, irrigação por aspersão	mmol _c L ⁻¹	< 3,0	> 3,0	-
Boro	mg L ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Ayers e Westcot (1999)

2.6 O uso de água salina na fruticultura

Altas concentrações de sais no solo são um dos fatores que mais concorrem para a redução do crescimento e da produtividade das culturas, mais notável em regiões áridas e semi-áridas devido à deficiência hídrica e às condições de alta evaporação, durante a maior parte do ano (Ayers e Westcot, 1999 ; Tester e Davenport, 2003).

Para Richards (1954), os sais podem afetar o desenvolvimento das plantas em virtude da sua concentração na solução do solo, elevando a pressão osmótica e reduzindo a disponibilidade de água para os vegetais; pode ocorrer, também, efeito tóxico de íons específicos, como sódio, cloreto e boro, dentre outros, que causam sintomas característicos de injúria, associados à acumulação excessiva do íon específico na planta (Flowers e Flowers, 2005). Epstein e Bloom (2006) também contemplam as duas formas de efeito dos sais sobre os cultivos abordados por Richards (1954), e os complementam com um terceiro que seria o efeito específico de natureza nutricional, ao afirmarem ter influência mais marcante que o efeito osmótico. Rhoades e Loveday (1990) e Ayers e Westcot (1991) contribuem acrescentando possíveis efeitos indiretos causados por alterações físicas e químicas no solo. Tester e Davenport (2003) e Flowers e Flowers (2005) fazem uma revisão sobre o assunto, com destaque para o elemento sódio e seus efeitos sobre o solo e as plantas.

Algumas culturas produzem rendimentos economicamente viáveis, em altos níveis de salinidade no solo, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos; esta diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica que algumas espécies possuem o que lhes permite absorver, mesmo em condições salinas, quantidade suficiente de água (Taiz e Zeiger, 2004). Esta capacidade de adaptação é muito útil e permite a

seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente viáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo em níveis baixos (Tester e Davenport, 2003).

A tolerância a salinidade é, portanto, variável entre espécies e dentro de uma mesma espécie, entre fases. Em geral, tem sido identificada como fenômeno específico a um estágio de desenvolvimento, podendo um genótipo ser mais tolerante em uma fase e mais sensível em outra (Foolad et al., 1998; Orcutt e Nilsen, 2000).

Em cada estágio de desenvolvimento da planta a tolerância a salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (Flowers e Flowers, 2005; Munns, 2005).

Na fruticultura irrigada torna-se necessária maior atenção quanto à prevenção da salinização, particularmente quando a fonte hídrica contém altas concentrações de sais, ressaltando-se que, na maioria dos casos as culturas são consideradas sensíveis e, com o Brasil ocupando o terceiro lugar na produção mundial de frutas, é fundamental a geração de conhecimentos que viabilizem a utilização de águas salinas, garantindo sua sustentabilidade (Ayers e Westcot, 1999; Cavalcante et al., 2001).

Ao admitir que a região Nordeste é viável à fruticultura, a salinidade deve ser estudada quanto à possibilidade do uso de águas salinas sobre germinação de sementes, produção de mudas, crescimento e desenvolvimento das plantas, produtividade, qualidade externa e interna da produção (Cavalcante e Cavalcante, 2006).

As fruteiras tropicais, na sua maioria, são consideradas sensíveis e moderadamente sensíveis à salinidade (Ayers e Westcot, 1999). As informações quanto a respostas do maracujazeiro amarelo à ação dos sais oriundos da água de irrigação ou do solo, são ainda pouco frequentes na literatura. Apesar dessa limitação há registros de que a cultura cresceu e produziu em ambientes salinos tolerados apenas por culturas moderadamente tolerantes à salinidade (Soares et al., 2002).

Nas regiões áridas e semi áridas além da carência e da irregularidade das chuvas o que caracteriza inferioridade em relação à evapotranspiração, a qualidade da água para irrigação, muitas vezes, acima de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, equivalente a $0,96 \text{ g L}^{-1}$ de sais também compromete a capacidade produtiva da maior parte das frutíferas, inclusive do maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2002b). A água salina para fins agrícolas sob manejo convencional de cultivo deve conter no máximo $2,0 \text{ g sais L}^{-1}$, que é equivalente a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Rhoades et al., 2000).

As informações quanto ao crescimento, desenvolvimento e produção do maracujazeiro amarelo à salinidade da água são ainda escassas. Apesar de Ayers e Westcot (1999) classificar a cultura como sensíveis aos efeitos salinos, Cavalcante et al. (2002a) após irrigarem plantas de maracujá amarelo com águas de conteúdo salino 0,5; 1,5; e 2,5 dS m⁻¹ e Soares et al. (2002) com águas de 1,0 a 8,0 dS m⁻¹, verificaram que ela comportou-se como moderadamente tolerante aos sais.

Santos (1999) avaliou o processo de germinação de sementes e crescimento de plantas, do maracujá amarelo e roxo, em diferentes volumes de substratos e chegou às conclusões de que a salinidade da água de irrigação, oriunda de diferentes barragens, exerceu efeito agressivo sobre a germinação de sementes, crescimento em altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e produção de matéria seca de ambos os genótipos; a cultivar amarelo evidenciou ser de menor sensibilidade que o roxo e que as águas de salinidade superior a 2,0 dS m⁻¹ inibiram o crescimento e provocaram toxidez às plantas.

De acordo com Macedo (2005) a salinidade da água (CEa) elevou consideravelmente a concentração salina do solo (CEes), mas não nos níveis registrados por Sá (1999) e Santos (1999). Após irrigarem o maracujazeiro amarelo com águas de 2,5 e 3,0 dS m⁻¹ em sacos de fertilizantes minerais com volume de 40 litros e em bolsas de polietileno de 0,34 e 1,41 litros, concluíram que o conteúdo salino dos substratos atingiu os valores 14,1; 16,45 e 18,57 dS m⁻¹ respectivamente.

A água com restrições, pelo nível de salinidade, conforme Cavalcante et al. (2001) e Nascimento (2010) está sendo cada vez mais utilizada por muitos produtores de maracujá na Paraíba e Rio Grande do Norte, durante o período de veranico intenso, em geral, compreendido de agosto a fevereiro ou março. Pelos resultados de produtividade apresentados por diversos autores, conforme Tabela 7, percebe-se que o maracujá tolerou a salinidade do solo em índices bem superiores à admitida como danosa às plantas sensíveis (CEes < 1,3 dS m⁻¹).

Tabela 7. Produtividades de maracujá amarelo irrigado com água não salina e salina

Estado	Irrigação	CEa	CEes	Pt	Autor
		----- dS m ⁻¹ -----		t ha ⁻¹	-
Paraíba	* a cada	0,5	3,92	6,98	(1)Andrade (1998)
	48 horas	1,5	5,36	7,55	(1)Andrade (1998)
	10 L	2,5	5,43	7,10	(1)Andrade (1998)
R. G. do Norte	** 5 L/dia	3,2	6,94	7,5	(2)Costa (2000)
R. G. do Norte	*** 10 L/dia	4,2	-	26,3	(3)Santos (2001)
R. G. do Norte	*** 10L/dia	3,4	-	50,0	(3)Macedo (2005)

*aplicação manual em microbacias; **gotejamento; ***xique-xique; (1)= Neossolo Regolítico (Regossolo); (2)= Neossolo flúvico; (3)= Latossolo Vermelho Amarelo

As baixas produtividades nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte para o plantio irrigado com menor volume de água não se referem tão somente aos efeitos da salinidade, mas também ao período de colheita, que foi curto, em torno de três meses, enquanto no irrigado com 10 litros diariamente foi de seis meses no estado da Paraíba e de um ano no Rio Grande do Norte (Andrade, 1998 e Costa, 2000). Até mesmo pelas menores produtividades verifica-se que a cultura não se mostrou tão sensível aos efeitos deletérios da salinidade como foi classificada por Ayers e Westcot (1999). Apesar das diferenças edáficas, turnos de rega, volumes de águas aplicados (Tabela 8), métodos de irrigação e diferenças de condução dos pomares os valores expressam, em alguns casos, níveis adequados de produtividade.

A utilização dessas águas, especialmente de 3,2, 3,4 e 4,2 dS m⁻¹, salinizam o solo bem mais rapidamente que as de 0,5 a 2,5 dS m⁻¹ (Dias, 1998). Esse transporte de sais aos solos pelas irrigações causa transtornos às plantas e está relacionado diretamente com a demanda evaporativa até o final da estiagem. Nas áreas onde as pluviosidades, no período das águas, são suficientes para lavagem dos solos e as condições físicas permitem a drenagem natural para a lixiviação dos sais os problemas são significativamente mais reduzidos. Essa situação ocorre na zona semiárida produtora de maracujá no estado da Paraíba, onde a água de irrigação, às vezes, tem a concentração de sais aumentada durante a fase de ausência de chuvas (Cavalcante et al., 1998).

Soares et al. (2006) irrigando plantas de maracujazeiro amarelo com águas salinas, variando de 1,0 a 5,0 dS m⁻¹, contendo Na:Ca:Mg, na proporção equivalente 7:2:1, em casa de vegetação, observaram decréscimo significativo na produção em águas de salinidade superiores a 1,0 dS m⁻¹. Andrade (1998), entretanto, não constatou efeito significativo da salinidade da água no diâmetro caulinar nem no número de dias para podar a haste

principal e dos ramos secundários das plantas de maracujazeiro amarelo cultivadas em condições de campo, após irrigação com águas salinas até $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ de condutividade elétrica.

Soares et al. (2008) estudaram no Vale do Rio Piranhas em Sousa, PB, os efeitos de cinco níveis de condutividade elétrica da água (CEa: 0,2, 2,0, 3,0, 4,0 e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$) sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) sob irrigação suplementar, (durante 100 dias na fase final do ciclo), cujas mudas foram produzidas sem estresse salino e verificaram que a partir da condutividade elétrica da água de irrigação de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, o solo se tornou salino-sódico. Observaram ainda que a irrigação suplementar durante 100 dias, na fase final do ciclo, com água de salinidade $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, não reduziu significativamente nas variáveis de crescimento nem os componentes de produção.

2.7 Nutrição mineral do maracujazeiro amarelo

O maracujazeiro é uma planta que floresce e frutifica durante vários meses do ano, portanto, a melhoria das práticas culturais e a implantação de novas tecnologias de cultivo têm proporcionado incrementos significativos na qualidade de frutos e na produtividade da lavoura. Fatores como fotoperíodo, temperatura e disponibilidade de água, influenciam na expressão produtiva da cultura. Assim, a distribuição das chuvas ou irrigação assume destacada importância para uma boa produção (Costa et al., 2005).

Dentre os fatores que contribuem para o aumento da produtividade do maracujazeiro amarelo, a nutrição mineral das plantas se faz patente, neste sentido, as adubações com nitrogênio e potássio são mais comuns, possivelmente em razão de não interferirem apenas no crescimento, mas, também, no rendimento e na qualidade do produto colhido (Epstein e Bloom, 2006).

Conforme Cavalcante et al. (2002b), as adubações devem ser aplicadas baseadas na análise de solo, no período de maior exigência da cultura, no nível de manejo da lavoura e na produtividade desejada.

Inicialmente a exigência nutricional por nutrientes na planta de maracujazeiro amarelo é baixa. No entanto, a partir de 120 dias a extração de nutrientes, principalmente N, K e Ca, é intensa. O nitrogênio tem um pico de demanda melhor definido ao redor de 210 dias, da ordem de 200 kg ha^{-1} de N, enquanto os demais são extraídos continuamente até o término do período de frutificação, que ocorre no início do inverno. Os nutrientes

extraídos em maior quantidade pelo maracujazeiro são: N>K>Ca>S>P>Mg, e entre os micronutrientes o Fe>Zn>Mn>B>Cu (Ruggiero, 1998).

Conforme Malavolta et al. (1997) a ordem decrescente das exigências nutricionais no maracujazeiro amarelo no estado de São Paulo, é: N>K>Ca>P>Mg>S para os macronutrientes e Mn>Fe>B>Zn>Cu para os micronutrientes. No estado da Paraíba a seqüência dos macronutrientes é basicamente a mesma, mas, em geral, se registram amplitudes marcantes quanto aos micronutrientes (Cavalcante et al., 2008).

Pelos resultados de Dias et al. (2004) e Rodolfo Júnior (2007) o monitoramento do estado nutricional das plantas de maracujazeiro amarelo deve ser feito simultaneamente com a fertilidade do solo. Segundo Cavalcante et al. (2002) estas variações nos teores de macro e micronutrientes nas folhas, podem ser devido as diferentes épocas de amostragem, idade das plantas, qualidade das mudas, calendário de adubação, irrigação insuficiente, enfim do nível tecnológico de condução da cultura. Portanto, para garantir a expansão da cultura do maracujazeiro no Brasil, estudos sobre nutrição mineral dessa frutífera são fundamentais, considerando a importância dos nutrientes na produção da cultura e qualidade pós-colheita dos frutos (Natale et al., 2006).

O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais absorvidos pelo maracujazeiro, onde o nitrogênio atua na função estrutural da planta, sendo fundamental para o crescimento vegetativo e produtivo, estimulando o desenvolvimento de gemas floríferas, frutíferas e gavinhas (Borges, 2004). Dessa forma a deficiência de potássio compromete a fotossíntese nas plantas, e com isso reduz a produção de biomassa pela planta, a produção de frutos, além de interferir negativamente na qualidade dos frutos e do suco e o conteúdo de sólidos solúveis nos frutos e (Malavolta, 2006).

O potássio é absorvido pelas plantas predominantemente na forma iônica. A absorção do nutriente depende principalmente do processo de difusão, dentro da solução do solo e, em proporção menor, de fluxo de massa. Os sais de K apresentam em geral alta solubilidade, podendo atingir concentrações bastante elevadas na solução do solo, o que permite também ocorrer, esgotamento por lixiviação e excesso de absorção pelas plantas (Malavolta, 2005).

O potássio é o elemento de maior mobilidade na planta e passa de uma célula para outra e do xilema para o floema, razão porque é o componente mineral de maior expressão nos processos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas (Pimentel, 2004).

Dentre as funções essenciais, o potássio atua na translocação de assimilados das folhas para diversas partes da planta principalmente para os frutos, na síntese e degradação de compostos orgânicos, além de outras atua no processo de abertura e fechamento dos estômatos (Borges et al., 2004).

A exigência do maracujazeiro amarelo por nitrogênio, potássio, cálcio e ferro é marcadamente superior e crescente, em relação ao restante dos nutrientes essenciais, a partir dos 120 dias após o plantio. Essa superioridade até os 240 dias é caracterizada o período de frutificação e produção da lavoura (São José et al., 2000). Essa peculiaridade exige um monitoramento mais criterioso da aplicação de Ca, N, K e Fe, em relação aos demais elementos a fim de obter produtividades mais elevadas. Conforme Malavolta et al., (1997) plantas de maracujá bem nutridas ou nutricionalmente equilibradas devem conter de 40 a 50 g N kg⁻¹; 4 a 5 g P kg⁻¹; 35 a 45 g K kg⁻¹; 15 a 20 g Ca kg⁻¹; 3 a 4 g Mg kg⁻¹; 3 a 4 g S kg⁻¹; 40 a 50 mg B kg⁻¹; 10 a 20 mg Cu kg⁻¹; 120 a 200 mg Fe kg⁻¹; 400 a 600 mg Mn kg⁻¹ e 24 a 40 mg Zn kg⁻¹ de matéria seca das plantas. No Brasil, Haag et al. (1973), em condições de campo, para maracujá amarelo, constataram os seguintes teores de macronutrientes, em g kg⁻¹: N = 36-46; P = 2,1-3,0; K = 23,6-32,4; Ca = 17,4-27,7; Mg = 2,1 e S = 4,4; e os de micronutrientes, em mg kg⁻¹: B = 39-47; Cu = 15-16; Fe = 116-233; Mn = 433-604 e Zn = 26-49.

Os teores de nutrientes nas folhas do maracujazeiro amarelo apresentam variações sensíveis dos dados disponíveis como se observa em Haag et al. (1973), Malavolta et al. (1997), Dias et al. (2004), Prado e Natale (2006).

Estas diferenças podem estar relacionadas com a época de amostragem, idade da folha, variedade, condições de desenvolvimento da planta, manejo, teor de nutrientes no solo, etc. (Borges et al., 2002).

O monitoramento do estado nutricional do maracujazeiro amarelo deve ser feito com base na composição mineral da matéria seca da terceira ou quarta folha, a partir da gema terminal dos ramos produtivos sadios (Malavolta et al., 1997). A amostragem das folhas, independente do grau tecnológico de exploração, do local e época do ano, deve ser feita no início da floração e apresenta a finalidade de detectar por meio da diagnose foliar se as plantas encontram-se adequadamente supridas (Cavalcante et al., 2002b).

No tocante à diagnose nutricional do maracujazeiro amarelo, em diferentes estágios fenológico Carvalho et al. (2006) não constataram, no Estado do Rio de Janeiro, diferenças significativas entre os teores médios de macro e micronutrientes em relação ao estágio fenológico da cultura.

Ao estudarem os efeitos de doses de N, P e K em Latossolo Amarelo franco-argilo-arenoso, com 2 mg kg^{-1} de P e 78 mg kg^{-1} de K, Borges et al. (2002), não obtiveram efeitos na produtividade nem sobre os teores de N e P nas folhas; no entanto, notaram que o aumento das doses de K no solo elevou, os teores do nutriente nas folhas.

Na fertilização das culturas, o uso de materiais orgânicos juntamente com adubos minerais influencia significativamente na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (Brito et al., 2005).

Para Nardi et al. (2002) é possível que as substâncias húmicas exerçam efeitos nas funções vitais das plantas e resultem, direta ou indiretamente, na absorção de íons e na nutrição mineral das plantas.

2.8. Atividade microbiana do solo

As alterações antrópicas vêm promovendo impactos sobre a produtividade dos ecossistemas naturais, alterando a atividade microbiana e como efeito, a ciclagem de nutrientes. Uma das formas de diagnosticar essas alterações é por meio da mensuração de emissões de CO_2 do solo para a atmosfera, uma vez que estas variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e, também, a umidade do solo (Souto et al., 2004).

O termo respiração do solo é definido como a absorção de O_2 ou liberação de CO_2 pelas entidades vivas e metabolizantes do solo. Já a respiração microbiana é definida como a absorção de O_2 ou a liberação de CO_2 pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio (Anderson, 1982). A vantagem de se medir CO_2 , ao invés de O_2 , está no fato do CO_2 refletir a atividade tanto de microorganismos aeróbios quanto de anaeróbios.

A respiração do solo é a soma total de todas as atividades metabólicas em que o CO_2 é produzido, podendo ser utilizado como índice para monitorar as respostas dos ecossistemas aos distúrbios (Behera et al., 1990).

O processo de desprendimento do CO_2 através da superfície do solo, surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana; respiração das raízes e respiração dos organismos (Schilenter e Cleve, 1985).

A atmosfera do solo difere da atmosfera da superfície em relação à concentração de CO_2 que é de 10 a 100 vezes maior na atmosfera do solo, ocorrendo o inverso com o teor

de O₂. Essas diferenças são devidas à respiração dos microorganismos e raízes, que consomem O₂ e eliminam o CO₂ (Tsai et al., 1992).

A respiração do solo pode ser mensurada no campo sob condições naturais, ou em laboratório sob condições controladas. A localização da mensuração dependerá dos objetivos do experimento. A determinação da respiração do solo no campo tem sido usada para avaliar a atividade geral da biomassa do solo, destacando-se a influência do clima, as propriedades físicas e químicas do solo e as práticas agrícolas (Parkinson e Coleman, 1991).

A respiração é um dos mais antigos parâmetros para quantificar a atividade microbiana. Representa a oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios do solo, que utilizam O₂ como aceptor final de elétrons, até CO₂. Assim, pode ser avaliada tanto pelo consumo de O₂ como pela produção de CO₂. A determinação do O₂ pode ser feita por cromatografia gasosa ou eletrorespirômetro e a do CO₂ por titulação ou condutividade elétrica (quando é capturado por NaOH ou KOH), cromatografia gasosa, espectroscopia de infravermelho (IRGA) ou por ¹⁴C, neste caso quando se deseja monitorar compostos orgânicos específicos (Moreira, 2002).

Métodos baseados na absorção de CO₂ usando solução álcali ou na forma sólida são comumente usados em laboratório e em estudos de campo. O CO₂ total absorvido pela solução pode ser estimado pelos métodos gravimétricos, condutimétricos, manométricos, litrimétricos e potenciométricos (Bakke et al., 2001).

O método químico de determinação da respiração edáfica é segundo Grisi (1978) de grande utilidade na avaliação da biodinâmica do solo e conseqüentemente, como uma maneira de se obter uma idéia da ciclagem dos nutrientes num sistema ecológico natural ou de cultivo, além de possibilitar a avaliação da produtividade primária bruta desse ecossistema. Este método baseia-se na absorção de CO₂ emanado do solo, por uma solução de KOH 0,5 N e sua dosagem por titulação com HCl 0,1 N. Em que se consegue uma absorção de 75% de CO₂ desprendido do solo, independente da taxa de produção e, em conseqüência, os valores obtidos após a titulação são multiplicados por 4/3. O método por sua simplicidade e pelos resultados obtidos por vários autores em diversos tipos de ecossistemas, é um processo recomendado para ser utilizado no campo.

Vários fatores incluindo temperatura, umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a superfície do solo. A evolução do CO₂, como medição da respiração, representa a taxa de decomposição total,

uma vez que o CO₂ é liberado durante a biodegradação aeróbica da maioria das substâncias orgânicas (Skambraks e Zimmer, 1998).

Para Savin et al. (2001) a respiração edáfica é um método comum e simples de avaliar a atividade biológica no solo. Vanhala (2002) relata que esse é um método extensamente usado em estudos do solo, permitindo estimar a atividade microbiana total, sendo de fácil execução e custos baixos.

A atividade biológica do solo participa de processos chave no ecossistema solo, como decomposição de resíduos vegetais e animais, ciclagem de nutrientes e relações simbióticas, entre outras (Chimner, 2004).

A deposição ao solo de resíduos orgânicos, no caso de esterco, é um processo biológico, governado pelos microorganismos. Deste modo, a atividade microbiana é diferenciada em função da quantidade e composição química da matéria orgânica adicionada ao solo (Souto, 2002). Passianoto et al. (2001) salientam que quando um material rico em C-orgânico é adicionado ao solo é utilizado pelos organismos como fonte de carbono e energia, ocorrendo um aumento na atividade biológica com posterior liberação de CO₂

Os solos com pH elevado favorecem uma maior atividade da biomassa microbiana, quando na presença de fonte energética. Tal aumento da atividade microbiana pode refletir em acúmulo ou decréscimo da matéria orgânica nativa do solo (Trevisan et al., 2002).

As práticas que contribuem para a adição ou remoção de material vegetal do solo acarretam alterações na biomassa microbiana, as quais podem ser avaliadas pelos quantitativos de gás carbônico produzido (Matter et al., 1999). Dessa forma, a respiração edáfica também pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo em áreas que sofreram desmatamento para a implantação de culturas (Feigl et al., 1995).

A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade mostra-se distinta no curso do tempo diário e anual e depende do clima e da atividade biológica no solo (Sing e Gupta, 1977). Poggiani et al. (1977) também verificaram que as condições climáticas possuem uma acentuada influência sobre a evolução do CO₂ do solo.

A avaliação do conteúdo de água no solo é de fundamental importância para a manutenção da resiliência no micro habitat dos organismos edáfico. De acordo com Souto (2002) que avaliou a atividade microbiana e da mesofauna no semi-árido da Paraíba, verificou que o aumento no suprimento hídrico do solo pode reduzir ou contribuir para

redução no fornecimento de O_2 no solo, refletindo na população dos organismos existentes. Assim, é de fundamental importância o monitoramento contínuo das condições atmosféricas e conteúdo de água no solo na avaliação nos estudos dos organismos edáficos.

O desenvolvimento microbiano foi muito influenciado pela variação dos fatores climáticos, principalmente umidade e temperatura, assim como pelos efeitos que essas variações causaram sobre a cobertura vegetal, em um estudo realizado por Cattelan e Vidor (1990). A respiração do solo aumenta com a temperatura, e para determinada temperatura ela é maior em condições de umidade ótima (Bley Jr., 1999).

A temperatura é um dos fatores que influenciam significativamente a atividade dos microrganismos no solo. É de fundamental importância no desenvolvimento dos microrganismos intensificando ou retardando as atividades biológicas no solo. As variações de temperatura do solo dependem fundamentalmente do clima, cobertura vegetal, teor de água do solo e na sua coloração (Souto, 2002).

Ao estudar a decomposição de esterco em LUVISSOLO no semi árido da Paraíba Maia (2002) observou que às temperaturas mais amenas e umidade do solo mais alta encontrados neste ecossistema foram os fatores que devem ter contribuído para os maiores valores de CO_2 no período noturno.

Silva et al. (2006) estudaram a atividade microbiana em LUVISSOLO em uma área degradada no semi-árido paraibano após a incorporação de vários tipos de resíduos vegetais e, observaram que as maiores produções de CO_2 estiveram associadas às maiores precipitações ocorridas no período de avaliação, sendo que a maior produção de CO_2 ocorreu no período noturno e aos 45 dias após a instalação do experimento. Observaram ainda que a produção de CO_2 apresentou comportamento similar entre os tipos de resíduos vegetais incorporados em função dos períodos de avaliação.

Alves et al. (2006) estudaram a dinâmica de decomposição de resíduos vegetais (folhas) de diferentes espécies da caatinga na região de Patos, PB, depositados na superfície e enterrados no solo e, verificaram que as maiores taxas de respiração microbiana ocorreram no período noturno, independentes dos resíduos vegetais.

Silva et al. (2007) avaliaram o efeito da aplicação de duas fontes de biofertilizantes (biofertilizantes puro e Microgeo) aplicadas em 5 doses (diluições de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10%) sobre a respiração edáfica em cultivo de milho e, observaram que a elevação das doses dos biofertilizantes aumentou a quantidade de C mineralizado após três dias de incubação. Verificaram também que o solo tratado com biofertilizante puro apresentou maior valor de C mineralizado em relação ao solo que recebeu Microgeo.

2.9 Macrofauna do solo

A diversidade da fauna edáfica tem sido considerada um aspecto chave para a manutenção da estrutura e fertilidade dos solos tropicais (Lavelle et al., 1994; Brown et al., 2003), apresentando resposta aparentemente mais rápida do que outros atributos do solo, servindo, portanto, como indicadores biológicos sensíveis às alterações ecológicas nos agroecossistemas (Baretta et al., 2003).

Correia e Oliveira (2005) afirmam que os invertebrados do solo exercem um papel fundamental na decomposição de material vegetal do solo, na ciclagem de nutrientes e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interações em diferentes níveis com os microrganismos, que são de fundamentais para a manutenção da fertilidade e produtividade do ecossistema.

Os principais fatores que controlam os processos de transformação da matéria orgânica do solo (MOS) são a quantidade e a qualidade do material, o ambiente físico e químico e os organismos decompositores. Entre os organismos, bactérias e fungos apresentam altos valores de biomassa e metabolismo respiratório e tem grande participação no processo de decomposição da matéria orgânica do solo (Toledo, 2003; Lejon et al., 2005).

A macrofauna do solo engloba grandes organismos edáficos, ou seja, organismos maiores que 2 mm, com capacidade de influenciar diretamente no funcionamento do solo (Lavelle et al., 2006). A este grupo pertencem os cupins (Isoptera), tatuzinhos (Isopoda), aranhas (Arachnida), centopéias (Chilopoda), Piolhos de cobra (Diplopoda), minhocas (Oligochaeta), moluscos (Mollusca), e algumas formigas (Hymenoptera), entre outros grupos menos freqüentes.

Lavelle et al. (1994) classifica os organismos do solo pelo tamanho, e os pertencentes à mesofauna possuem entre 2,0 a 4,0 mm, como por exemplo, os ácaros, colêmbolos, proturos, dipluros, tisanuras e pequenos insetos e macrofauna > 4,0 mm.

Existem grupos da macrofauna do solo, como os anelídeos (minhocas), cujos benefícios são cada vez mais conhecidos pelo papel ativo que desempenham no crescimento das plantas, na ciclagem de nutrientes, na produtividade agrícola (Ortiz-Ceballos et al., 2007) e na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Lavelle et al., 2006). Nos ecossistemas, as minhocas têm sido tratadas como excelentes bioindicadoras de distúrbios ambientais (Paoletti, 1999).

Um bioindicador pode ser definido como uma espécie, família ou um grupo funcional que reage de modo específico a certos tipos de mudanças ambientais. De maneira geral, o termo bioindicador vem sendo usado em várias situações, tais como: indicação de alteração de habitats, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas, degradação dos solos e ecossistemas florestais. Dentre os organismos edáficos mais estudados como bioindicadores estão alguns representantes dos Himenóptera (formigas e abelhas), Isoptera (cupins), Coleoptera (besouros), Arachnida (aranhas), Collembola (colêmbolos), Oligochaeta (minhocas), entre outros integrantes da meso e macrofauna do solo (Wink et al., 2005).

As galerias construídas pelas minhocas edáficas e a excreção de cropólitos, modificam o espaço poroso, a aeração e a permeabilidade do solo, facilitando a circulação de ar e a infiltração de água no perfil do solo (Lavelle e Spain, 2001). Esses organismos também participam efetivamente para melhorar a agregação do solo (Assad, 1997), além de auxiliar na transferência de argila para a superfície do solo (Miklós, 1998).

Stork e Eggleton (1992) discutem a importância dos invertebrados edáficos como indicadores da qualidade do solo, propondo critérios práticos de avaliação, como: abundância, biomassa e densidade. Tais medidas são simples e baratas para determinação da diversidade taxonômica ao nível de ordem, classe ou espécies chaves dos grupos mais importantes da fauna do solo.

Estudos feitos sobre levantamento da meso e macrofauna do solo em quatorze propriedades na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS, Giracca et al. (2003) observaram a dominância do grupo Hymenoptera, com aproximadamente 65% dos organismos.

Souto et al. (2008) estudaram no período de setembro a novembro de 2007 (época seca) e de março a maio de 2008 (época chuvosa), a diversidade dos grupos de macrofauna em uma área de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e uma área de malva branca (*Sida cardifolia*) e, verificaram que a maior diversidade e dominância da macrofauna foi do grupo Hymenoptera, sendo a diversidade da fauna favorecida na época chuvosa.

Por sua vez, Gomes et al. (2008) com o objetivo de avaliar a diversidade dos grupos da macrofauna edáfica, na época chuvosa, em uma área com capim panasco (*Aristida setifolia*) e com faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*) e craibeira (*Tabebuia aurea*) no semi árido da Paraíba, observaram também uma maior dominância do grupo Hymenoptera nas áreas estudadas.

Estudos realizados por Rodrigues et al. (2007) sobre a diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semiárido da Paraíba, verificaram também uma maior predominância do grupo Hymenoptera.

Correia et al. (2009) quantificaram a densidade e diversidade de grupos da comunidade de macrofauna invertebrada do solo em três áreas distintas cultivadas com acerola (*Malpighia emarginata* DC.), mandioca (*Manihot esculenta*) e uma área de borda de mata, utilizando-se armadilhas do tipo Provid, e verificaram que os grupos predominantes da macrofauna foram Hymenoptera, Arachnida, Isoptera e Coleoptera e o baixo valor no índice de Shannon com conseqüente redução na uniformidade representada pelo índice de Pielou, evidenciou o domínio do grupo Hymenoptera.

Nunes et al. (2009) estudaram a diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino e também registraram a presença em maior número de Hymenopteros (Formicidae) onde segundo esses autores esse grupo é predominante na caatinga em situação de déficit hídrico.

A estrutura das comunidades das formigas é fundamental em estudo de impacto ambiental, pois estas mantêm e restauram a qualidade do solo. Elas operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração. As formigas são o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presentes nos mais diferentes habitats (Wink et al., 2005).

Silva et al (2007) estudaram a macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo e ressaltam que presença de cobertura permanente no solo contribui para o aumento da disponibilidade de energia associada à existência de novos habitats favoráveis à colonização dos organismos invertebrados, o que pode beneficiar a sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção.

As comunidades de formigas podem ser indicadoras sensíveis do manejo do solo, da exploração industrial e do impacto da poluição, bem como do sucesso da reabilitação das áreas degradadas (Andersen et al., 2002).

As formigas constituem um dos grupos mais importantes da fauna edáfica, particularmente em regiões tropicais e subtropicais, e isso, tanto pela abundância e diversidade quanto pela sua influência na regulação do equilíbrio ecológico (muitas espécies são parasitas ou predadoras de várias pragas de insetos) e pela sua ação pedológica (Vargas e Hungria, 1997).

Muitos trabalhos têm identificado uma grande influência da atividade da macrofauna, especialmente de minhocas, na estrutura do solo. A atividade das minhocas modifica o tamanho, distribuição e a continuidade dos poros, a capacidade de retenção de água e a estabilidade de agregados do solo (Lavelle et al., 2006).

No aspecto químico do solo, os macros invertebrados edáficos regulam a dinâmica da matéria orgânica por diferentes vias (Martin, 1991). No caso das minhocas, essa proteção se dá através da passagem pelo intestino, aumentando a atividade microbiana e liberando nutrientes lábeis do material fecal, seqüestro e proteção da matéria orgânica nas bioestruturas e redistribuição da matéria orgânica do solo no perfil (Lavelle e Spain, 2001).

Estudos mostram que certos grupos de macroinvertebrados do solo são considerados muito sensíveis às modificações ambientais (Lavelle et al., 2006). Os coleópteros (Coleoptera) da família Carabidae, por exemplo, são sensíveis aos diferentes manejos do solo (Kromp, 1999). Existem, ainda, os coleópteros da família Staphylinidae, que podem ser utilizados como bioindicadores da durabilidade de uma perturbação antrópica na paisagem natural e cultivada (Fialho et al., 2006).

De maneira geral, a macrofauna do solo cumpre diversas funções entre elas: a utilização de quantidades significativas de matéria orgânica do solo (MOS) para produzir estruturas biogênicas (Lavelle et al., 2006); manutenção das propriedades físicas do solo (Decaëns et al., 1999); aceleração do processo de mineralização durante a passagem pelo trato intestinal e a estimulação de plantas por meio da liberação e assimilação de nutrientes, através de inúmeras interações ecológicas (Lavelle et al., 2006); a regulação da atividade de microrganismos e de outros pequenos invertebrados (criação de estruturas biogênicas no solo) (Maraun et al., 1999).

De acordo com Bandeira e Harada (1998), em ecossistemas onde as estações secas e chuvosas são bem definidas, a fauna edáfica migra da superfície orgânica do solo, quando este apresenta deficiência de umidade, para a camada mais profunda, retornando para a superfície, quando a umidade é restabelecida.

Segundo Paoletti (1999), esses organismos influenciam significativamente o funcionamento do solo por ações biológicas (estimulação seletiva da microbiota), mecânicas (bioturbação, construção de galerias e produção de agregados organominerais, especialmente as minhocas, cupins e formigas) e químicas (humificação, mineralização e interação com os microrganismos) (Paoletti, 1999).

2.10 Mesofauna do solo

A diversidade da fauna do solo tem importância tanto no aspecto ecológico como para a qualidade do solo. Entretanto, até o momento, não existe um bioindicador do solo que permite avaliar a sua qualidade de maneira rápida, econômica e eficiente (Baretta, 2007).

A maioria dos nutrientes no solo disponíveis para crescimento das plantas depende de complexas interações entre raízes, microorganismos e fauna do solo (Bonkowski et al., 2000). Dentre os organismos da fauna edáfica, destaca-se os representantes da mesofauna ou microartrópodes.

De maneira geral, na literatura, encontram-se várias formas de classificar a biota do solo, entretanto, existem algumas diferenças entre elas, que podem dificultar a interpretação dos resultados obtidos por diferentes pesquisadores. A classificação proposta por Swift et al. (1979), em que os grupos que contêm a biota do solo são classificados em função de sua mobilidade, hábito alimentar, função que desempenham no solo e, principalmente, pelo seu tamanho, em: microfauna (< 0,2 mm), mesofauna (0,2 - 2,0 mm) e macrofauna (organismos visíveis a olho nu > 2,0 mm). Para Lavelle et al. (1994) a microbiota do solo se classifica, principalmente, pelo seu tamanho, em: microfauna (< 0,2 mm), mesofauna (0,2 – 4 mm) e macrofauna (> 4 mm)

A mesofauna faz parte os organismos que vivem no solo, especialmente os numericamente mais representativos, como os ácaros e colêmbolos Lavelle et al. (1994). Esses organismos possuem diferentes estratégias alimentares e funções importantes no solo, como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, como C e N (Ke et al., 2005) e criam suas próprias galerias, sendo, por isso, afetados pela maior compactação do solo (Heisler e Kaiser, 1995).

Estudos recentes, em diferentes condições ambientais, mostram que algumas espécies de colêmbolos são bons indicadores do estado de degradação do solo (Cutz-Pool et al., 2007). A sua maior função está no processo de decomposição, regulando as populações microbianas e fragmentando a matéria orgânica do solo.

Segundo Heisler (1989) a diversidade da mesofauna de um determinado solo pode ser medida pelo número de espécies, pela abundância relativa ou pela combinação desses componentes. Os dois grupos mais abundantes em espécies e indivíduos da fauna edáfica são Oribatei (Acari: Cryptostigmata) e os collembola (Insecta).

Um dos tipos de indicadores biológicos utilizados é o monitoramento da mesofauna e avaliação desta na decomposição dos resíduos já bioestabilizado ou a ele adicionados no solo. Portanto, a determinação da mesofauna é um indicador biológico de qualidade dos resíduos provenientes do ambiente orgânicos de modo a contribuir para a avaliação de um sistema de produção (Aquino et al., 2000). Desse modo a determinação da sua população e diversidade é de fundamental importância para uma avaliação das interações biológicas no sistema solo/planta. Este levantamento da mesofauna do solo contribui para uma avaliação global da qualidade biológica do solo. Assim, o conhecimento obtido através de um estudo edafo-ambiental pode constituir uma importante ferramenta para a organização do espaço territorial da área a ser estudada (Damé, 1995).

Azpiazu et al. (2001) comentam que os microartrópodes por serem numerosos e bem distribuídos no solo se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e na interface entre a serrapilheira e o solo, tendo papel de catalisadores da atividade microbiana na decomposição de matéria orgânica, distribuição de esporos, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças, sendo utilizados como bioindicadores ambientais e de fertilidade do solo; bem como exercem uma importante função no processo de humificação do solo.

Assim a mesofauna presente no solo favorece o processo de mineralização da matéria orgânica através da fragmentação da serrapilheira, inoculação de microorganismos, modificação de substâncias químicas (Becker et al., 2001) além de regular a distribuição das partículas do solo (Lee e Foster, 1991). A densidade e composição desses organismos são indicadores das condições do ambiente edáfico (Kaiser e Lussenhop, 1991). Harte et al. (1996), comentam que as influências ambientais influenciam no microclima do solo afetando a mesofauna edáfica, que têm uma grande capacidade de modificar ecossistemas terrestres.

Vallejo et al. (1987) observaram nas matas secundárias a riqueza de matéria orgânica e que a proteção direta dos raios solares no solo favorece a abundância de organismos da mesofauna. Da mesma forma, Mussury et al. (2002) verificaram que as populações de Collembola aumentam com o aumento no teor de matéria orgânica, principalmente os organismos Entomobryidae, que de acordo com Sautter et al. (1996), são formas tipicamente epiedáficas, que encontrando grande disponibilidade de matéria orgânica na superfície do solo ocorrem em abundância.

Segundo Primavesi (1990), a lavração, a queimada, a exposição do solo ao sol e o uso de adubos amoniacais fazem com que a maioria da mesofauna desapareça.

Fernandes et al. (2009) avaliaram o efeito do fogo nas características químicas e biológicas do solo em diferentes áreas no semiárido paraibano e, concluíram que o maior número de indivíduos da mesofauna foi coletado nas áreas de caatinga preservada e pastagem nativa sem queima. Verificaram ainda que os meses de maior regime hídrico do solo favoreceram o aumento da comunidade da mesofauna edáfica nas áreas estudadas.

Um dos principais problemas no estudo sobre as comunidades decompositoras é que vários fatores agem simultaneamente, podendo causar efeitos positivos ou não na biota do solo (Pflug e Wolters, 2001).

Para Merlim (2005), qualquer que seja a abordagem de estudo da comunidade do solo é necessário que se utilizem duas ferramentas básicas: a abundância e a variedade de espécies ou grupos presentes. Por abundância, entende-se qualquer medida de tamanho de uma determinada espécie ou grupo presente, como biomassa ou quantidade. Tais medidas devem obrigatoriamente estar associadas a alguma unidade de espaço que pode ser área (m^2 , ha) ou volume (cm^3 de solo). No entanto, pode-se retratar parcelas desta comunidade, escolhendo-se determinados grupos taxonômicos de um ecossistema (Lavele et al., 1994).

Walker (1989) afirma que a diversidade de espécies está associada ao seu número (riqueza de espécies) e à distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade). Esta definição está explicitada nos índices de diversidade de Shannon e de Pielou, que conjugam esses dois parâmetros (Colinvaux, 1996).

A diversidade dos organismos do solo ao nível funcional é mais importante do que ao nível taxonômico para a estabilidade e sustentabilidade de um ecossistema. Gestel et al. (2003) destaca que a decomposição não ocorre simplesmente devido à soma das atividades da microflora e fauna edáfica, mas é em grande parte o resultado de interação entre os dois.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização experimental

O experimento foi conduzido na propriedade Sítio Macaquinhos, na época de novembro/2008 a junho/2009. A área de estudo está localizada a 8 km da sede do município de Remígio, PB, nas coordenadas geográficas de 7° 00' 1,95" S, 35° 47' 55" W e altitude de 561,7 m, situado fisiograficamente na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Curimataú Ocidental, conforme ilustra a Figura 1 (INTERPA, 2008).

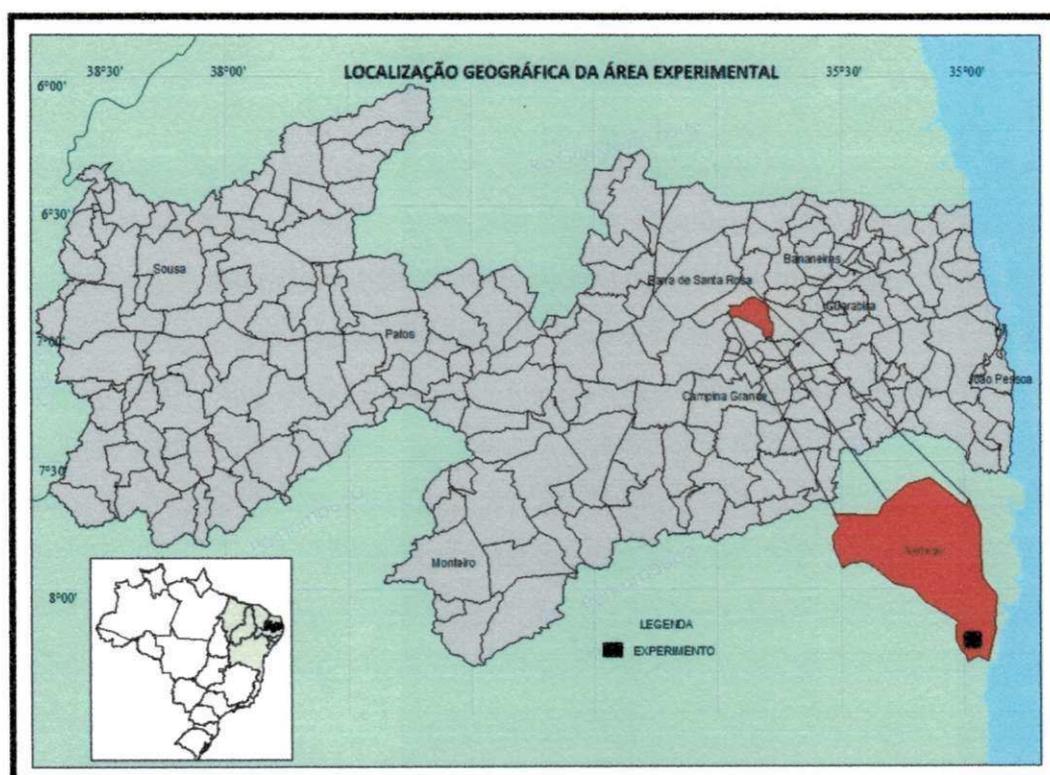


Figura 1. Localização geográfica da área experimental

3.2 Caracterização climática e tipo de solo

O clima do município conforme classificação de Köppen é do tipo As', quente e úmido, com chuvas no período de março a julho. A precipitação média é, em torno, de 800 mm anuais, com temperatura média anual de 24°C e umidade relativa oscilando entre 70 e 80%. Na Tabela 8, encontram-se os valores mensais referentes à precipitação pluviométrica, no local do ensaio.

Tabela 8. Valores pluviométricos de novembro/2008 a junho de 2009, durante o período experimental na propriedade Sitio Macaquinhos, Remígio-PB

2008		2009	
Meses	Precipitação (mm)	Meses	Precipitação (mm)
Nov.	-	Jan.	35
Dez.	7	Fev.	126
-	-	Mar.	29
-	-	Abr.	269
-	-	Mai.	111
-	-	Jun	147
Total	7	Total	717

Fonte: Valores coletados do pluviômetro instalado na propriedade Sitio Macaquinhos, Remígio-PB

O solo onde foram instaladas as parcelas experimentais foi classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico (EMBRAPA, 2006), apresentando características físicas e químicas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento do maracujazeiro amarelo.

3.3 Caracterização física e química do solo

Antes da abertura das covas foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-40 cm para caracterização física e química. As análises foram realizadas no Laboratório de Física e Química do Solo/DSER/CCA/UFPB, Areia, Paraíba.

Na Tabela 9 encontram-se os resultados cujas determinações físicas constaram de análise granulométrica e argila natural ou dispersa em água (Ada); densidade do solo (ds); densidade de partículas (dp) e a porosidade total (Pt) do solo foram analisadas de acordo com metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Os valores da umidade ao nível da capacidade de campo (Ucc) e do ponto de murcha permanente (Upm) foram determinadas segundo a metodologia descrita por Richards (1965), nas tensões de -0,01 e -1,50 Mpa, respectivamente. O grau de flocculação (GF) foi estimado, com base nos valores de argila total (AT) e argila dispersa em água (Ada), usando a expressão: $GF = [(AT - Ada)/AT] \times 100$. O índice de dispersão (ID) foi obtido pela expressão: $ID = [100 - (GF)]$ expressa em (%). A microporosidade (m) é a razão entre a capacidade de campo (CC) e a densidade do solo (ds) e a macroporosidade (M), foi obtida pela diferença entre a porosidade total (Pt) e a microporosidade (m), empregando-se a metodologia da Embrapa (1997).

A caracterização química do solo referente ao pH do solo, e aos teores de fósforo, potássio, sódio, hidrogênio + alumínio, alumínio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, boro, cobre, ferro, manganês e zinco foi determinada empregando-se a metodologia sugerida pela Embrapa (1997). Foram calculados a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%). Quanto à salinidade o solo foi avaliado quanto a condutividade elétrica, valores de pH, teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- e Cl^- no extrato de saturação (Richards, 1954). Também foram calculados os valores da relação de adsorção de sódio - RAS = $\text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$ e percentagem de sódio trocável - PST = $(\text{Na}^+ / \text{CTC}) \cdot 100$.

Tabela 9. Atributos físicos e químicos do solo (fertilidade e salinidade), à profundidade de 0–40 cm antes da preparação das covas

Atributos Físicos		Valores	Atributos Químicos		Valores						
Areia (g kg^{-1})		784	pH H_2O (1:2,5)		5,50						
Silte (g kg^{-1})		114	P (mg dm^{-3})		6,63						
Argila (g kg^{-1})		102	K^+ (mg dm^{-3})		60,0						
Ada (g kg^{-1})		50	Na^+ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		0,15						
GF (%)		51	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		0,83						
ID (%)		49	Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		0,30						
Ds (g cm^{-3})		1,45	Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		0,80						
Dp (g cm^{-3})		2,70	Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		0,60						
Pt ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		0,46	SB ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		1,70						
M ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		0,27	CTC ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)		2,53						
m ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		0,19	V (%)		67,19						
Ucc (g kg^{-1})		127,8	m (%)		15,00						
Upmp (g kg^{-1})		38,0	M.O (g kg^{-1})		7,00						
Adi (g kg^{-1})		89,8									
Micronutrientes											
	B	Cu	Fe	Mn	Zn						
	----- mg dm^{-3} -----										
	*<LDA	0,60	52,02	2,30	8,16						
Análise de Salinidade											
pH	CE	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	RAS	PST
	dS m^{-1}	----- $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ -----									%
6,3	0,48	1,19	0,81	2,53	0,46	0,21	0,0	1,01	3,32	2,53	5,92

Ada = argila dispersa em água; GF = grau de flocculação; ID = índice de dispersão; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partículas; Pt = porosidade total; M = macroporosidade; m = microporosidade; Ucc = umidade de capacidade de campo; Upmp = umidade do ponto de murcha permanente; Adi = Água disponível; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; M.O = matéria orgânica *LDA = leitura abaixo do nível de detecção do aparelho.

3.4 Delineamento experimental

O experimento foi instalado em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com três repetições e três plantas por unidade experimental, numa área útil de 1.620 m². Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal representada pelos níveis de salinidade de água de irrigação (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) e a combinação fatorial insumos (biofertilizante bovino e vinhaça) e as cinco doses de potássio oriundas dos insumos naturais (0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0 mg L⁻¹), correspondendo as subparcelas.

Para a respiração edáfica foi considerado o mesmo esquema de parcelas subdivididas anteriormente descrito, sendo a parcela principal representada pelos níveis de condutividade elétrica das águas (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) e a combinação fatorial dos insumos (biofertilizante bovino e vinhaça) em três doses de potássio oriundas dos respectivos insumos naturais (0,0; 15,0 e 30 mg L⁻¹), correspondendo as subparcelas, acrescido da época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009), após a aplicação do biofertilizante e vinhaça como sub-subparcela e dos períodos (diurno e noturno) como sub-sub-subparcelas.

Para macrofauna e mesofauna foi considerado o mesmo esquema de parcelas subdivididas descrito para respiração edáfica, acrescido da época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009), após a aplicação do biofertilizante e vinhaça como sub-subparcelas.

3.5 Produção das mudas

A aquisição de sementes para produção de mudas de maracujazeiro amarelo foi feita no município de Remígio, PB, sendo obtidas em frutos maduros oriundos de plantas matrizes, definidas por seleção massal, livres de pragas, moléstias e que apresentavam bom desenvolvimento vegetativo e produtivo.

O substrato para formação de mudas foi constituído de uma mistura de três partes de terra comum e uma parte de esterco bovino. Após a preparação do substrato, o material foi acondicionado em bolsas de polietileno preto com 20 cm de altura e 14 cm de diâmetro, perfuradas para facilitar a drenagem do excesso de água.

Para obtenção das mudas foram semeadas quatro sementes por bolsa, sendo irrigadas a cada três dias com água não salina de 0,5 dS m⁻¹. Após a emergência das plântulas, foi efetuado o desbaste, mantendo-se duas mudas mais vigorosas, até atingirem aproximadamente 10 cm de altura, quando apenas uma foi mantida por recipiente, sendo a

outra cortada rente ao solo, evitando-se o arranquio, que podia danificar o sistema radicular da muda remanescente. Ao atingirem crescimento próximo de 30 cm de altura (Figura 2), com idade média de 45 dias após a sementeira, com 4 a 5 pares de folhas, foi realizado a seleção e o plantio no campo.



Figura 2. Mudanças de maracujazeiro amarelo utilizadas no experimento, aos 45 dias após a sementeira

3.6 Preparo das covas

As covas foram abertas nas dimensões de 40cm x 40cm x 40cm, equivalente ao volume de 64 L, nas distâncias de 3 m entre linhas e 3 m entre plantas, referente a uma densidade de 1.111 plantas por hectare. A recomendação de calcário foi feita baseada nos atributos químicos do solo, teor de argila e exigência nutricional do maracujazeiro. O cálculo da necessidade de calcário foi feito utilizando a seguinte fórmula: $NC = Y \times AI + [X - (Ca + Mg)] PRNT$, em que, $Y = 1$ por apresentar valor inferior a 15% de argila e $X = 2$ devido à exigência nutricional da cultura do maracujazeiro amarelo (Cavalcanti et al., 2008).

A necessidade de calcário calcítico do solo foi de 1.780 kg ha^{-1} o que equivale a 30 g de calcário calcítico por cova com 80% de PRNT, 47% CaO e 2,2% MgO. Ao invés de se fornecer o calcário, foi aplicado o equivalente em CaO do fosfato natural com 26% CaO e 24% P_2O_5 total. O cálculo foi feito com base nos teores de óxido de cálcio entre os compostos químicos, correspondendo a 60 g de fosfato natural. Tomando-se como base os atributos químicos do solo, e de acordo com os conteúdos de fósforo e matéria orgânica, as

covas foram preenchidas com 5,0 L de esterco bovino mineralizado, relação C/N 16/1 e 60 g de fosfato natural, 60 dias antes do plantio (Figura 3).

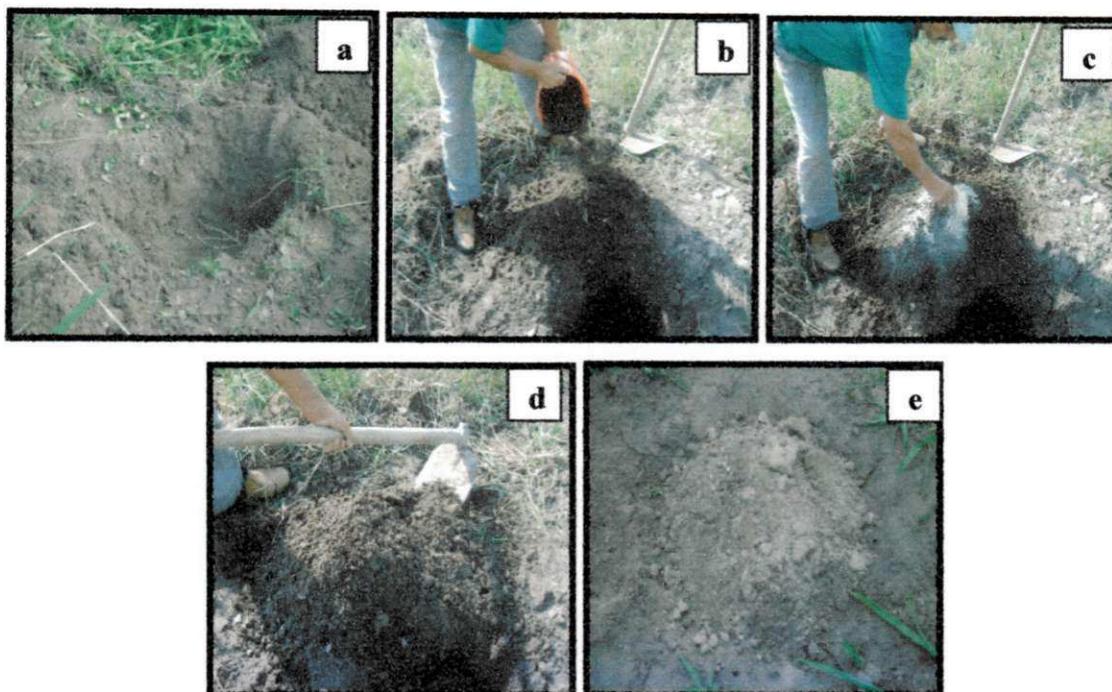


Figura 3. Abertura das covas (a); aplicação de 5 L de esterco bovino mineralizado (b); aplicação de 60 g de fosfato natural (c); incorporação da mistura (d); cova preenchida 60 dias antes do plantio (e)

3.7 Plantio e condução do experimento

O plantio das mudas de maracujazeiro amarelo foi realizado, na primeira quinzena de novembro de 2008. No plantio foram selecionadas as mudas que apresentaram pelo menos quatro pares de folhas, diâmetro caulinar de 4 mm e altura de 30 cm, e segundo Cavalcante et al. (2002b) esse procedimento tem a finalidade de manter a maior homogeneidade das mudas no plantio.

O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira simples com um arame liso nº 12, instalado no topo das estacas a 2,2 m de altura (Figura 4).



Figura 4. Sistema de sustentação das plantas do tipo espaldeira simples com um fio de arame liso nº 12, instalado na parte superior das estacas

Após o plantio, com a finalidade de auxiliar a condução da planta ao arame da espaldeira foi feito tutoramento. A partir do crescimento e desenvolvimento das mudas e com o início das emissões de brotações laterais e gavinhas, foram feitas as desbrotas com a finalidade de não inibir o comportamento vegetativo das plantas. A planta ao atingir a altura de 10 cm acima da espaldeira, foi submetida à poda da haste principal, com a finalidade de induzir à emissão dos ramos laterais que, posteriormente, formam a cortina, a qual foi podada antes de atingir a superfície do solo. A finalidade dessa poda é para reduzir a perda de frutos causados por ataques de pragas e doenças ou por injúrias físicas, ao tocarem no solo.

Durante todo período experimental, a capina foi feita na forma de coroamento ao redor das plantas, enquanto que nas entre linhas o mato era ceifado, conforme (Figura 4).

Ao iniciar a floração, as plantas foram polinizadas naturalmente pelas mamangavas (*Xylocopa* spp.) e complementadas com a polinização manual. A polinização manual foi realizada com dedais de tecido, tocando-se nas flores das parcelas referentes a certos tratamentos e polinizando-se as plantas das parcelas seguintes, favorecendo uma maior polinização das plantas e, conseqüentemente, promovendo uma maior produção de frutos.

3.8 Adubação e irrigação das plantas

A adubação nitrogenada foi feita mensalmente fornecendo-se a partir dos 30 dias após o plantio, 5 g N na forma de uréia (44% N) e daí em diante em intervalos de 30 dias

até os 90 dias. A partir dessa idade, foi fornecido 10 g de N até os 150 dias e, em seguida, 20 g de nitrogênio até o final do experimento, em intervalos de 30 dias.

O fósforo durante o estabelecimento da cultura foi aplicado no início da floração na forma de superfosfato triplo (42% P_2O_5), de acordo com a análise do solo e o estado nutricional das plantas (Cavalcante et al., 2007). O potássio foi fornecido em cinco doses (0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0 $mg L^{-1}$) adicionadas ao solo de modo a elevar o valor inicial de 60 para 67,5; 75,0; 82,5 e 90 $mg L^{-1}$, a partir dos insumos naturais biofertilizante bovino comum e vinhaça, a cada 90 dias após o plantio, irrigado com água não salina e salina (Tabela 10).

Tabela 10. Concentração de potássio existente em 50 L de terra correspondente ao volume calculado da microbacia, com base no diâmetro de 40 cm

mg dm^{-3}	Tratamentos		Adicionar	Vinhaça	Biofertilizante
	g/50 L	g/50 L	g/50 L L	
60,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67,5	3,4	0,4	0,44	1,75	
75,0	3,8	0,8	0,88	3,52	
82,5	4,2	1,2	1,32	5,28	
90,0	4,6	1,6	1,76	7,04	

Os volumes de biofertilizante bovino e vinhaça foram aplicados ao solo em microbacias com diâmetro de 0,4 m, profundidade de 0,4 m e superfície de 0,13 m^2 .

O biofertilizante bovino comum ou puro foi obtido através da fermentação anaeróbica, acondicionando partes iguais de esterco bovino fresco e água não salina e não clorada, coletada na propriedade Sitio Macaquinhos, em um recipiente de polietileno com capacidade para 240 L. O biodigestor foi mantido hermeticamente fechado, durante 30 dias, conforme sugestão de Santos (1992), como indicado na Figura 5. Para a liberação do gás metano, produzido pela fermentação foi conectada uma extremidade da mangueira na parte superior do biodigestor e a outra foi mantida submersa em um recipiente com água para evitar a oxigenação (Rodolfo Júnior, 2007).



Figura 5. Produção do biofertilizante bovino via fermentação anaeróbica (Rodolfo Júnior, 2007)

A vinhaça utilizada no experimento foi do tipo mosto de caldo, coletada no Engenho Triunfo, Areia - PB, produzida pela fabricação de aguardente.

Após a aplicação das doses estabelecidas de potássio, as demais aplicações foram realizadas a cada 90 dias, até o final do experimento, sendo os volumes correspondentes às doses de potássio aplicado após a análise química dos respectivos insumos (Tabela 11). De acordo com a necessidade da cultura, o controle preventivo de pragas e doenças foi feito de forma convencional.

Tabela 11. Composição química do biofertilizante bovino, vinhaça e das qualidades de águas utilizadas nas irrigações do maracujazeiro amarelo

Atributos químicos	Biofertilizante bovino	Vinhaça	Água não salina	Água salina
pH	6,81	3,15	6,44	7,75
CE (dS m ⁻¹ a 25°C)	3,41	5,27	0,50	4,50
RAS (mmol L ⁻¹)	3,34	4,59	2,12	0,57
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	7,68	11,88	1,67	2,80
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	9,75	4,75	0,81	8,90
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	6,46	22,9	0,11	0,43
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	9,87	13,24	2,37	31,96
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	9,19	5,72	0,86	0,26
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	Ausente	0,10
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	5,43	0,00	1,12	3,20
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	19,32	46,25	3,14	40,80
Classificação	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁

CE = condutividade elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio [$\text{Na}^+ / (\text{Ca} + \text{Mg}^{2+} / 2)^{1/2}$]

A irrigação foi efetuada na época de novembro/2008 a fevereiro/2009, pelo método de aplicação localizada por gotejamento, utilizando dois gotejadores autocompensantes de carga hidráulica do tipo “Katif”, com vazão de 3,75 L h⁻¹ cada. As plantas foram irrigadas com água sem restrição à agricultura (CEa = 0,5 dS m⁻¹) e água salina (CEa = 4,5 dS m⁻¹).

A água salina foi coletada no açude Jacaré, localizado no município de Remígio-PB, em seguida, foi caracterizada quimicamente para diluição e preparo dos tratamentos utilizados na irrigação das plantas, adotando-se as metodologias descritas por Richards (1954). Posteriormente, foi preparada a solução salina no nível de salinidade 4,5 dS m⁻¹, diluindo-se à água salgada, com água não salina de CEa 0,5 dS m⁻¹ para o nível previamente estipulado. A quantidade de água fornecida a cada planta, nos primeiros 60 dias foi de 2 L, dos 60 aos 90 dias 4 L (Gondim et al., 2009). A partir da floração a irrigação foi feita com base na evapotranspiração potencial, isto é, pelo valor da evaporação do tanque Classe “A” multiplicado pelo fator K_p de 0,75 conforme procederam também Souza et al. (2009), ao avaliarem a evapotranspiração do maracujazeiro amarelo no Vale do Curu, sob irrigação com água de boa qualidade. Durante a floração e frutificação o consumo diário médio de água da cultura foi de 16 L planta⁻¹.

3.9 Variáveis Estudadas

3.9.1 No Solo

3.9.1.1 Avaliação da Fertilidade e Salinidade do Solo

No início da floração das plantas e ao final do experimento, amostras simples de solo foram coletadas a uma distância de 20 cm do caule das plantas, uma em cada planta central na profundidade de 0-40 cm, para obtenção de amostra composta, com a finalidade de avaliar a fertilidade e a salinidade do solo. A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo/CCA/UFPB, empregando-se os procedimentos metodológicos utilizados pela Embrapa (1997).

3.9.1.2 Temperatura e Umidade do Solo no Período Experimental

A medida da temperatura do solo foi realizada a 20 cm de profundidade, com auxílio de termômetro digital a laser, ICEL – TD 971 (Figura 6). Após a primeira aplicação do biofertilizante bovino e vinhaça, foi medida a temperatura do solo em todos os tratamentos, durante a época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009), sendo realizada 36 medições no período diurno (5:00 - 17:00 horas) e no período noturno (17:00 - 5:00 horas), realizadas na cova central das parcelas, totalizando 72 coletas na área experimental.

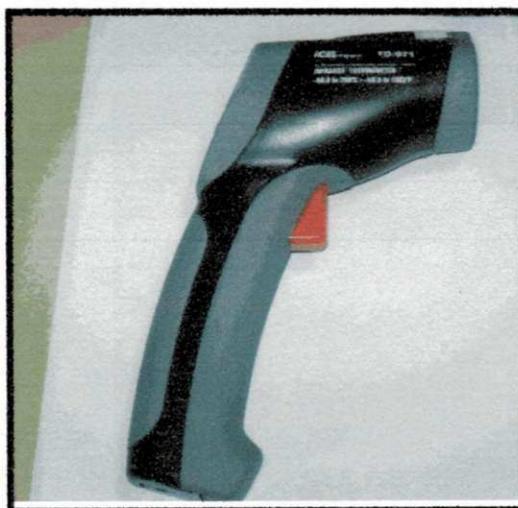


Figura 6. Termômetro digital a laser ICEL-TD-971 para medição da temperatura do solo

O conteúdo de água do solo foi medido por gravimetricamente. Após a primeira aplicação dos insumos naturais, referente a época seca e chuvosa, nos períodos diurno e noturno, foram coletadas na cova central das parcelas 36 amostras de solo a 20 cm de profundidade, utilizando trado tipo sonda (Figura 7) e acondicionadas em cápsulas de alumínio de peso conhecido, totalizando 72 coletas em todo período experimental. Após a coleta, as cápsulas foram levadas para o Laboratório de Física do Solo/DSER/CCA/UFPB, para serem pesadas (peso de massa úmida), sendo, em seguida, colocadas em estufa a 105°C, por 24 horas. Posteriormente, foram colocadas em dessecador até esfriamento, sendo pesadas em seguida (peso de massa seca). O conteúdo de água no solo foi determinado através da equação:

$$U (\%) = Ma/Ms \times 100 \quad (\text{eq: 1})$$

$$\text{Em que: } Ma = (Pc + Su) - (Pc + Ss) \quad (\text{eq: 2})$$

$$Ms = (Pc + Ss) - Pc \quad (\text{eq: 3})$$

Ma = massa de água; Ms = massa de solo; Pc = peso da cápsula; Su = solo úmido; Ss = solo seco.

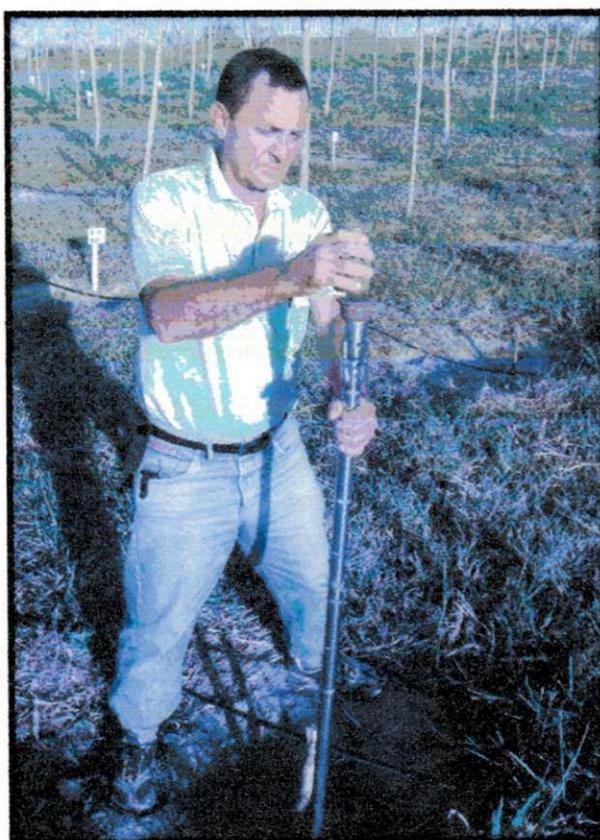


Figura 7. Trado tipo sonda utilizado na coleta de amostras de solo para determinação do conteúdo de água

3.9.1.3 Respiração Edáfica Total do Solo

A respiração edáfica total do solo foi estimada através da liberação de CO_2 por uma área de solo, segundo metodologia descrita por Grisi (1978). Neste método, a absorção do CO_2 foi feita por uma solução de KOH 0,5 N e, posteriormente, titulada com HCl 0,1 N, utilizando-se como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1%, preparados segundo Morita e Assumpção (1972).

A respiração edáfica total foi quantificada durante a época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009). Após a primeira aplicação de biofertilizante bovino comum e vinhaça foram utilizados 36 frascos de vidros contendo 10 mL de KOH, sendo distribuídos na cova central de cada parcela, correspondendo às doses de potássio (0,0; 15,0; e 30,0 mg L^{-1}). Foram instalados 36 frascos de vidros a 20 cm do caule das plantas no período diurno (05:00 às 17:00 horas) e noturno (17:00 às 05:00 horas), totalizando 72 frascos em todo experimento, no período de 24 horas de amostragem.

A área onde se colocou os frascos foi previamente limpa dos detritos orgânicos e da vegetação rasteira, de modo a minimizar a captação do CO_2 liberado pela respiração das raízes e dos invertebrados.

Os recipientes contendo a solução de KOH, depois de destampados, foram cobertos com baldes plásticos com capacidade para 7,5 L, com as dimensões 23,5 cm de diâmetro e 22,7 cm de profundidade, cobrindo uma área do solo de 433,7 cm^2 . As bordas dos baldes foram enterradas cerca de 3 cm no solo, de modo que o CO_2 liberado no sistema foi captado pela solução de hidróxido de potássio 0,5 N, estabelecendo um sistema de equilíbrio ácido-base, no qual predominam os íons OH^- e CO_3^{2-} (Figura 8).



Figura 8. Baldes para amostragem da respiração edáfica

Em cada mês de observação foi mantido um frasco controle ou testemunha que permaneceu no laboratório com solução de KOH, hermeticamente fechado, que passou pelo processo de titulação.

Após cada 12 horas, os recipientes com a solução de KOH foram trocados e imediatamente fechados, de modo a evitar as trocas gasosas com o meio, e levados ao Laboratório de Química e Fertilidade de Solos/DSE/CCA/UFPB, onde foi feita a titulação com HCl 0,1 N. Na titulação das amostras, foram utilizadas três gotas de fenolftaleína (1ª viragem) e no ponto de viragem foram adicionadas três gotas de alaranjado de metila (2ª viragem), até a solução titulada obter a cor alaranjada. A massa de CO₂ desprendida por unidade de área e tempo (mg m⁻² h⁻¹) foi obtida considerando a massa total de CO₂ desprendida no período de permanência na área, utilizando-se a seguinte equação (Grisi, 1978).

$$\text{mgCO}_2 = (A - B) \times 2 \times 2,2 \quad (\text{eq: 4})$$

$$\text{mfCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1} = (4/3 \times 10000/h \times S) \text{ mgCO}_2 \quad (\text{eq: 5})$$

Em que:

A = diferença, em mL, entre a 1ª e a 2ª viragem da coloração da amostra;

B = diferença, em mL, entre a 1ª e 2ª viragem da coloração do controle ou testemunha;

O índice 2, é porque o HCl 0,1 N adicionado, titulou apenas metade do carbonato do frasco experimental, ou seja, da amostra;

O índice 2,2, é porque o equivalente-grama do CO₂ = 44/2 = 22 e como se usou HCl 0,1 N (decinormal), esse equivalente torna-se então 22/10 = 2,2;

h = período de permanência da amostra no solo (horas);

S = área de abrangência do balde;

mf = massa final de CO₂ m⁻² h⁻¹, **dada em mgCO₂ m⁻² h⁻¹.**

3.9.1.4 Avaliação da Macrofauna do Solo

Para avaliação da macrofauna do solo foram instaladas armadilhas adaptadas do tipo PROVID (Antoniolli et al., 2006), constituídas por garrafa PET com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 2 cm x 2 cm, localizadas a 20 cm da base da garrafa, sendo esta enterrada com as aberturas ao nível do solo, de modo a permitir a entrada dos indivíduos da macrofauna (Figura 9).



Figura 9. Armadilha adaptada do tipo PROVID para captação da macrofauna do solo (Souto, 2002)

A amostragem da macrofauna edáfica foi realizada na época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009). Após a primeira aplicação de biofertilizante bovino e vinhaça, foram utilizadas 36 garrafas PET, sendo distribuídas na cova central de cada parcela, correspondendo às doses de potássio (0,0; 15,0; e 30,0 mg L⁻¹), totalizando 72 armadilhas em toda período experimental. As armadilhas foram instaladas a 20,0 cm do caule das plantas, por um período de quatro dias, contendo em seu interior 150 ml de uma solução de detergente neutro na concentração de 15% e 10 gotas de formol.

Após a coleta, indivíduos capturados nas armadilhas foram lavados e mantidos em álcool a 70%, até a contagem e identificação dos organismos em Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/UAEF/UFCG, em Patos, baseado na literatura de Boror e Delong (1988).

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna do solo, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades utilizando-se os índices de biodiversidade de Shannon (H) e de equitabilidade de Pielou (e).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido por:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i \quad (\text{eq. 6})$$

Em que:

$$p_i = n_i/N;$$

n_i = nº de individuo de cada grupo;

N = nº total de indivíduos.

Esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (Begon et al., 1996).

O índice de uniformidade de Pielou (e) é um índice de eqüitabilidade, sendo definido por:

$$e = H/\log S \quad (\text{eq: 7})$$

Em que:

H = índice de Shannon;

S = número de espécies ou grupos.

3.9.1.5 Avaliação da Mesofauna do Solo

A amostragem da mesofauna do solo foi realizada, também, na época seca (novembro/2008) e chuvosa (junho/2009). Após a primeira aplicação de biofertilizante bovino e vinhaça foram utilizados 36 anéis, sendo distribuídos na cova central de cada parcela, correspondendo às doses de potássio (0,0; 15,0; e 30,0 mg L⁻¹), em toda área experimental. As dimensões dos anéis foram de 5,64 cm de diâmetro e 4,70 cm de altura, correspondendo a um volume de solo de 117,4 cm³. Os anéis foram posicionados a 20 cm do caule das plantas e introduzidos no solo até que os mesmos fossem totalmente preenchidos, sendo as amostras cuidadosamente envolvidas em um disco de filó e outro de TNT, visando minimizar perda de umidade e material e, em seguida armazenados em caixa de isopor para serem transportados para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas /UAEF/UFCG em Patos, PB. para extração e a identificação (Figura 10).

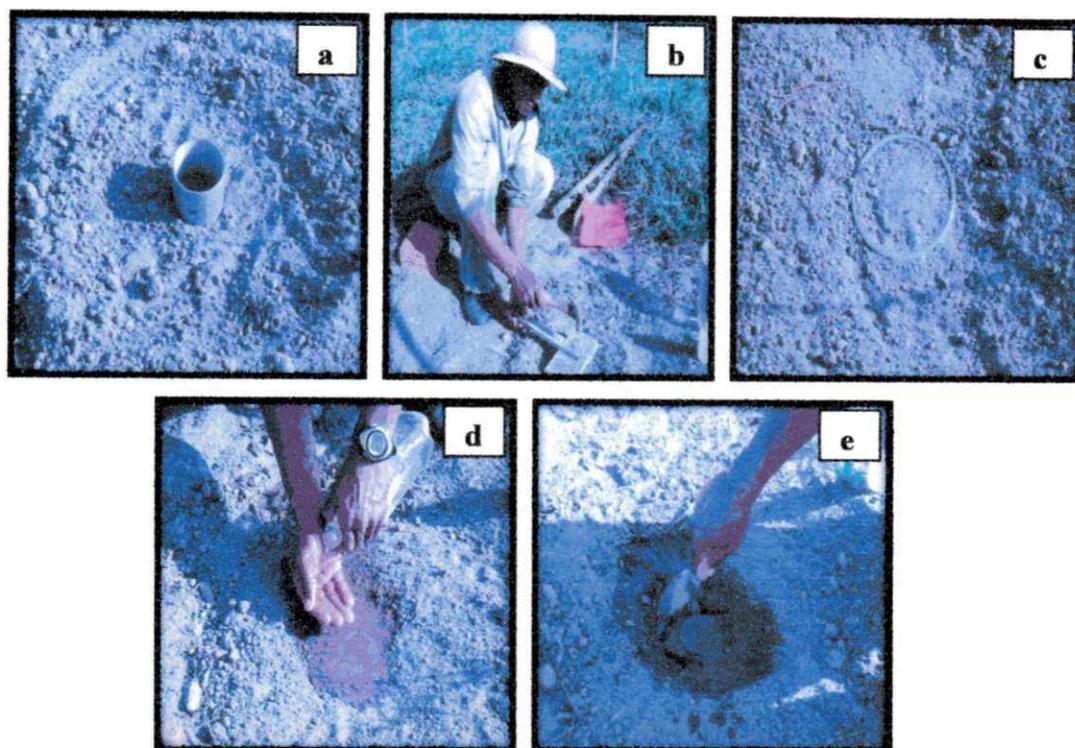


Figura 10. Procedimento de coleta de solo para capturação da mesofauna: anéis metálicos (a); introdução dos anéis com sucessivos golpes de martelo em uma tábua sobreposta ao anel (b); anel totalmente preenchido (c); umedecimento do solo para retirada dos anéis (d); retirada dos anéis com espátula (e)

A extração dos organismos constituintes da mesofauna foi realizada em aparato do tipo Berlese-Tullgren modificado (Souto, 2002), constituído por duas mesas extratoras compostas por tábuas retangulares, contendo cada estrutura, trinta lâmpadas de 25W, dividida em dois compartimentos, totalizando 60 lâmpadas. O compartimento superior continha os anéis com as amostras e as lâmpadas, enquanto no compartimento inferior ficaram os funis e os frascos de vidro (coletores) com a solução de álcool etílico a 70% para o recolhimento dos organismos. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz e calor (Figura 11).

O calor produzido pelas lâmpadas provocou a migração dos organismos para camadas mais inferiores no anel, caindo nos funis e em seguida, dentro dos frascos coletores (vidros), contendo 30 mL de álcool etílico a 70% para a fixação dos organismos. Para evitar a contaminação das amostras por insetos externos que são atraídos pela luz, a bateria de extratores foi protegida com tela, tipo véu (Figura 11).



Figura 11. Aparato de Berlese-Tullgren para coleta dos organismos da mesofauna do solo nos tratamentos onde foram aplicados o biofertilizante bovino comum e vinhaça, irrigado com água não salina e salina

Posteriormente foi feita a transferência do conteúdo de cada frasco para placas de Petri, onde foram realizadas a contagem e identificação dos espécimes presentes em cada amostra, com o auxílio de lupa binocular, realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas /UAEF/UFCG em Patos, PB. (Figura 12).



Figura 12. Contagem e identificação dos espécimes em cada amostra

Na caracterização do comportamento ecológico da mesofauna do solo, foi avaliado o número total de indivíduos (abundância), assim como foram feitas comparações das comunidades utilizando-se os índices de diversidade de Shannon (H) e o índice de equitabilidade de Pielou (e).

3.9.2 Nas Plantas

O crescimento e desenvolvimento das plantas foram avaliados através do diâmetro do caule aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 dias após o plantio das mudas. O diâmetro foi realizado com paquímetro digital, cujas avaliações foram feitas a 10 cm de altura do colo das plantas.

A poda da haste principal foi efetuada e registrada quando esta atingiu, aproximadamente, 10 cm após o arame de sustentação (2,20 m). A poda dos ramos secundários foi feita quando atingiram 1,5 m para cada lado no arame de sustentação.

A área foliar realizada nas folhas das plantas da haste principal de cada tratamento foi mensurada aos 60 dias após o plantio, a partir da 3ª gema abaixo da espaladeira até a base do solo. A correção da área foliar foi feita, efetuando-se o produto da área estimada pelo fator 0,78 para cultivar amarela. O fator correspondente à relação entre os pesos do papel referente à área real e à área estimada ds folhas (Cavalcante et al., 2002).

A contagem do número de ramos produtivos foi feita aos 120, 150, 180 e 210 dias após o plantio.

No início da floração, foram coletadas de cada tratamento amostras da 3ª ou 4ª folha a partir do broto terminal de cada ramo produtivo mediano e sadio, num total de 30 folhas por parcela, conforme Malavolta et al. (1997), para avaliação dos teores de macro e micronutrientes e sódio na matéria seca das folhas, empregando a metodologia utilizada pela Embrapa (1997).

3.9.3 Nos Frutos

A colheita foi realizada no período de março a julho de 2009. Os frutos foram coletados diariamente, pela manhã, quando apresentaram no mínimo 30% de sua casca amarelada (Santos, 2001). Essa forma de colheita visa reduzir as perdas contra quedas dos frutos, uma vez que, na época da estiagem, a temperatura do solo chega a ser superior a

45°C (Alves, 2003). Ao final de cada colheita, foi obtido o número de frutos por planta, massa média de frutos e produção por planta.

No ápice da produção, foram colhidos seis frutos de cada parcela, isto é, dois frutos por planta, para avaliação da caracterização física pelos atributos externos (diâmetro equatorial e longitudinal, massa média, espessura da casca e massa da casca) e internos (número e peso de sementes por fruto, rendimento em polpa, acidez titulável (AT), teores de sólidos solúveis (°Brix) e pH da polpa, realizada no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita (LBTPC) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, empregando a metodologia adotada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.9.4 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias para testar o efeito dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça e os níveis de salinidade da água (0,5 e 4,5 dS m⁻¹) foram comparadas pelo teste “F”. As doses de potássio foram avaliadas com base em regressão polinomial.

Na avaliação do comportamento ecológico dos organismos da macro e mesofauna do solo foram realizadas análises descritivas e foram feitas comparações das comunidades nas épocas avaliadas (seca e chuvosa), utilizando o índice de diversidade de Shannon (H) e o índice de equitabilidade de Pielou (e).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 No Solo

4.1.1 Avaliação da fertilidade e salinidade do solo

De acordo com os resumos das análises de variância (Tabelas 1, 2 e 3 anexo) as fontes de variação qualidade de água, insumos, doses de potássio e suas interações, não exerceram efeitos significativos sobre o pH e os teores de alumínio e magnésio no solo. Constata-se interferência estatística isoladamente da água de irrigação sobre o carbono do solo, além do efeito significativo da interação água e doses para matéria orgânica, fósforo, hidrogênio mais alumínio, zinco e manganês respectivamente. Os teores edáficos de potássio, enxofre, ferro e cobre sofreram interferência estatística da interação água de irrigação e insumos e doses e a interação insumos e doses exerceu ação significativa sobre os teores de sódio do solo.

Apesar da não significância dos dados, o pH do solo, variou em média de 6,39 para os tratamentos com biofertilizante, e de 6,40 para vinhaça, independentemente da qualidade da água de irrigação (Tabela 4 anexo). Pela comparação dos dados, em relação ao solo antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 9, p. 49), observa-se que os insumos naturais (biofertilizante bovino e vinhaça) promoveram aumento do pH do solo de 5,5 para até 6,39 e 6,40, resultando num aumento de 16,18 e 16,36 % no solo com adição do biofertilizante bovino e vinhaça, independentemente das doses aplicadas e dos tipos de água utilizadas para irrigação. Em se tratando ainda de reação do solo, foi constatado que os teores médios de alumínio foram de 0,005 e 0,00 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos tratamentos com biofertilizante e vinhaça (Tabela 5 anexo). Isso implica que os teores desse elemento, comparativamente com o valor inicial de 0,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 9, p. 49), reduziram em 98,3 e 100% em relação ao biofertilizante e vinhaça, respectivamente, independente das águas de irrigação.

Valores semelhantes foram registrados por Santos (2004) e Pires et al. (2008) ao constatarem que o biofertilizante bovino e o esterco bovino promoveram aumento do pH do solo cultivado com maracujazeiro amarelo e redução dos teores de alumínio. Segundo Silva et al. (2004) isso ocorre devido à matéria orgânica ter a propriedade de liberar ou receber íons H^+ , mesmo considerando o seu caráter de oferecer resistência às modificações de pH do solo. A elevação do pH do solo também está associada à aplicação de fosfato

natural no preparo das covas que mesmo com liberação lenta, ao longo do período, foi promovendo a solubilização do elemento cálcio. Este comportamento deve ser ocasionado pelo efeito da matéria orgânica contida nos insumos naturais, associados à água de irrigação. Para o alumínio, a sua redução em função da aplicação dos insumos, está relacionada com o aumento do pH, onde, segundo Malavolta (2006), os teores de alumínio diminuem acentuadamente com a elevação do potencial hidrogeniônico.

Conforme (Tabela 6 anexo) os teores de magnésio no solo, assim como verificado para pH e Al^{3+} , não sofreram influência de nenhuma fonte de variação estudada. Mesmo sem efeitos estatísticos, se constata uma elevação do valor desse macronutriente secundário de $0,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 9, p. 49) para o valor médio geral de $1,57 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Em relação ao magnésio, os dados encontram-se conflitantes com os observados por Santos (2004), Diniz (2009) e Nascimento (2010), onde os autores verificaram interferência estatística do biofertilizante bovino, biofertilizante bovino e matéria orgânica e biofertilizante bovino e água salina sob os teores de magnésio no solo, respectivamente. O aumento do magnésio está associado à elevação do pH, onde, segundo Malavolta (2006), afirma que a elevação do potencial hidrogeniônico do solo, reduz a acidez e aumenta os teores de Mg no solo.

Conforme os dados da Figura 13, os teores de matéria orgânica do solo (MOS) foram superiores nos tratamentos com vinhaça (Figura 13A) sob irrigação com água salina (Figura 13B). Mesmo sem ajuste estatístico, observa-se superioridade nos tratamentos com vinhaça ($7,62 \text{ g kg}^{-1}$) contra $6,63 \text{ g kg}^{-1}$ do biofertilizante bovino, resultando em aumento de 14,71%. Quanto à qualidade da água de irrigação, verifica-se que os dados dos tratamentos irrigados com água não salina não se adequaram a nenhum modelo de regressão, por isso, foram representados pelo valor médio de $6,37 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria orgânica. Por outro lado, nos tratamentos com água salina, os valores de MOS ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática onde o valor máximo estimado de matéria orgânica de $8,6 \text{ g kg}^{-1}$, foi obtido na dose de potássio estimada de $11,77 \text{ mg L}^{-1}$. Esses valores de matéria orgânica, tanto nos tratamentos com biofertilizante quanto vinhaça, são baixos segundo Alvarez V. et al. (1999), ao considerarem teores baixos entre $7,1$ e 20 g kg^{-1} .

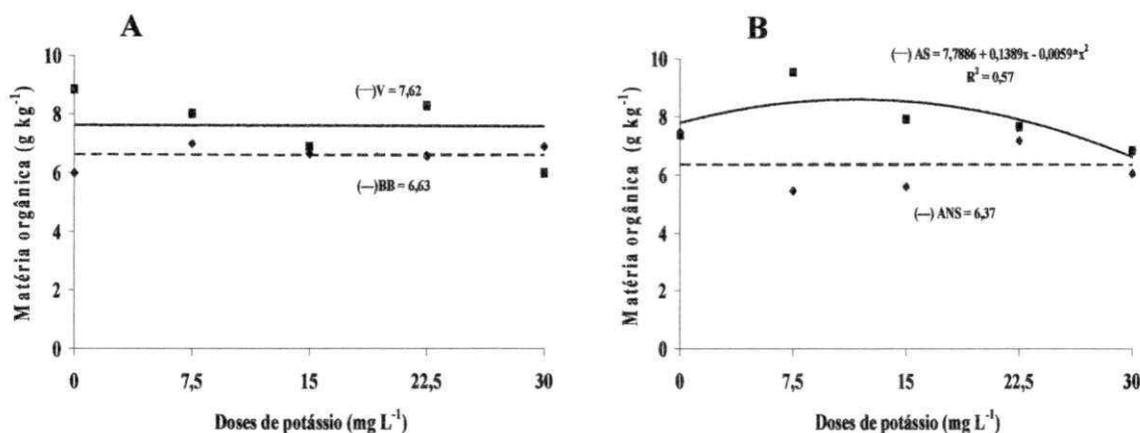


Figura 13. Teores de matéria orgânica no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça (A) sob irrigação com água não salina (---) e salina (—) (B)

Ao comparar os teores de MOS com os determinados no início do experimento (7 g kg^{-1}), percebe-se que apenas no solo com vinhaça irrigado com água salina, houve elevação dos teores dessa variável em relação aos demais tratamentos. A superioridade da matéria orgânica no solo se deve a sua maior composição de MO contida na vinhaça. Esses valores encontram-se de acordo com os registrados por Dominy et al. (2002), ao afirmarem a ação benéfica da aplicação de vinhaça nos teores de matéria orgânica do solo. Porém, Camilotti (2006) estudando o efeito de vinhaça sobre as características químicas e físicas de um Latossolo Vermelho distroférico durante quatro anos, concluiu que o insumo não acarretou alterações no teor de matéria orgânica.

Silva Júnior et al. (2009), avaliando a atividade microbiana em Argissolo Amarelo, verificaram que, na medida em que aumentou a condutividade elétrica do solo, ocorreu uma maior atividade microbiana. Wichern et al. (2006) concluem que, mesmo sob salinidade muito alta (97 dS m^{-1}) existe a ocorrência de atividade microbiana. Outra justificativa para essa tendência está relacionada com maior número de organismos existentes nos tratamentos com água salina, resultando assim em maiores teores de matéria orgânica no solo.

De forma similar ao observado na Figura 13, a água salina contribuiu para o aumento dos teores de carbono no solo (Figura 14). Nos tratamentos submetidos a irrigação com água salina, o carbono foi superior em 26,7% comparado aos tratamentos com água não salina.

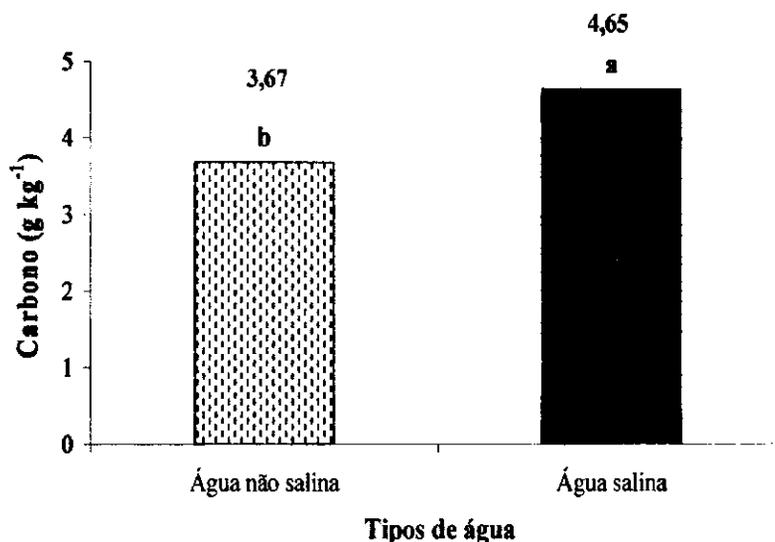


Figura 14. Teores de carbono orgânico no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função dos tipos de água de irrigação

Os teores de fósforo no solo foram afetados pelo efeito isolado dos insumos e pela interação doses de potássio e qualidade da água (Figura 15). Assim como registrado para os teores de matéria orgânica, a vinhaça proporcionou maiores teores de fósforo no solo quando comparado ao biofertilizante bovino, ocasionando uma superioridade de 17,11% (Figura 15A). Os dados se refere à água de boa qualidade e não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, entretanto, com água salina, os teores de fósforo aumentaram linearmente na ordem de 1,80 mg dm⁻³ para cada incremento das doses de potássio, resultando no teor máximo de P de 197,96 mg dm⁻³ na dose de 30 mg L⁻¹ de K (Figura 15B).

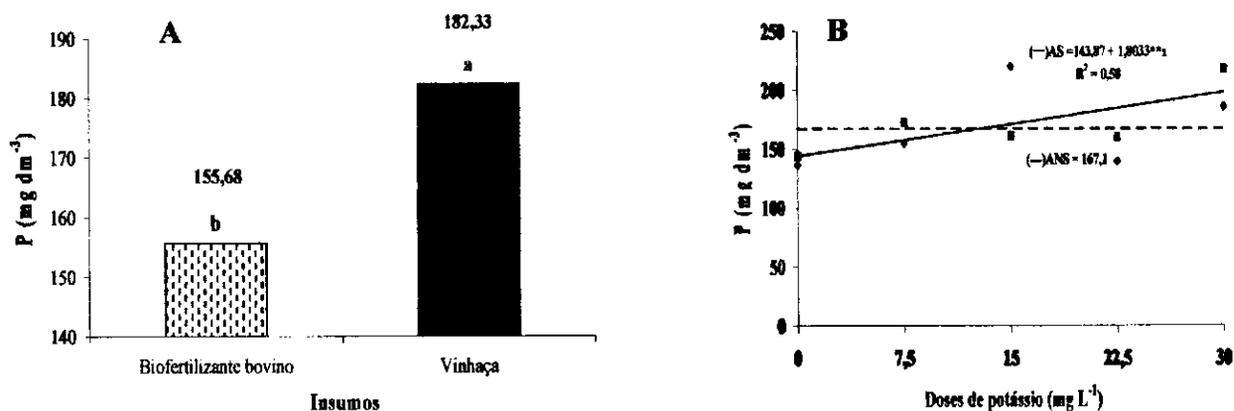


Figura 15. Teores de fósforo no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, do tipo de insumo (A), doses de potássio e da irrigação com água não salina (---) e salina (—) (B)

O teor do macronutriente fósforo no solo conforme Cavalcanti et al. (2008) antes da aplicação dos tratamentos $6,63 \text{ mg dm}^{-3}$, (Tabela 9, p. 49), era baixo, mas foram sensivelmente elevados para até 155,68; 167,1; 182,33 e $197,96 \text{ mg dm}^{-3}$, sob condições de biofertilização, irrigação com água não salina, aplicação de vinhaça e irrigação com água salina, respectivamente. Esses expressivos aumentos de fósforo no solo são respostas dos efeitos positivos da vinhaça (Prezotto, 2009), da contribuição do biofertilizante bovino através dos processos biológicos (Vessey, 2003; Santos, 2004), mas, principalmente da adição de esterco bovino com 1.550 mg dm^{-3} de P_2O_5 e da ação do fosfato natural, nas covas, que contém 24% de P_2O_5 total.

Os resultados estão em consonância com os apresentados por Campos (2006), Santos (2004) e Nascimento (2010) sob biofertilização do maracujazeiro amarelo. Apesar dos elevados valores, Garcia et al. (2008), avaliando a alteração química de dois solos irrigados com água salina, concluíram que os teores de fósforo em Neossolo não foram afetados por águas com condutividade elétrica de até 10 dS m^{-1} , estando esses valores próximos a $3,2 \text{ mg dm}^{-3}$ de P no solo.

Os teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ nos tratamentos irrigados com água não salina não se ajustaram a nenhum modelo matemático, resultando num valor médio de $1,485 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 16). Já com água salina, as doses de potássio elevaram os teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ até a dose máxima estimada de potássio de $14,71 \text{ mg L}^{-1}$, conferindo teor de $2,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Pela comparação com os quantitativos no início do experimento (Tabela 9, p. 49), o solo possuía $0,83 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, resultando numa elevação de $1,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Essa situação contrasta com a literatura, em que Tomé Júnior (1997), Oliveira (1999), Raij et al. (2001) e Campos (2006) afirmam diminuição da acidez do substrato com o aumento do pH. Possivelmente, o aumento da acidez não trocável $[(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) - \text{Al}^{3+}]$ com o aumento do pH do solo decorra da presença da matéria orgânica incorporada ao solo no início da preparação das covas e dos insumos naturais aplicados a cada 90 dias após o transplante das mudas (biofertilizante bovino e vinhaça). Nesse caso, a determinação da acidez não trocável a pH 7,0, obtém-se o teor de H^+ que é dissociado do grupo carboxílico da matéria orgânica entre o pH na condição natural da amostra até o pH 7,0, estando incluído, neste caso, a acidez proveniente da matéria orgânica, chamada comumente de acidez carboxílica (Melo e Alleoni, 2009).

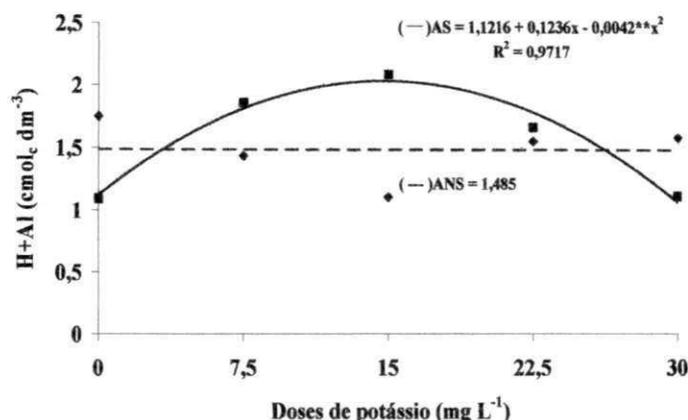


Figura 16. Teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função das doses de potássio e da irrigação com água não salina (---) e salina (—)

Os teores de potássio do solo no final do experimento nos tratamentos irrigados com água não salina e com aplicação de biofertilizante (Figura 17A), mesmo sendo elevados de médio para alto (Ribeiro et al., 1999), não foram influenciados pelas doses de potássio aplicadas. Em relação aos tratamentos com água salina, o potássio proveniente do biofertilizante bovino líquido proporcionou aumento de 60 mg dm^{-3} para o maior teor de $150,65 \text{ mg dm}^{-3}$, na dose estimada de $18,82 \text{ mg L}^{-1}$. Para o fornecimento de vinhaça (Figura 17B), independentemente da dose de potássio ou da qualidade da água de irrigação, observa-se redução nos teores de K no solo. Os valores desse elemento variaram de $133,5$ para $89,82 \text{ mg dm}^{-3}$ e de $183,77$ para $126,79 \text{ mg dm}^{-3}$ quando se irrigou com água não salina e salina, respectivamente, resultando, assim, em teores altos de potássio do solo segundo Ribeiro et al. (1999), mesmo com tendência decrescente, em ambos os casos.

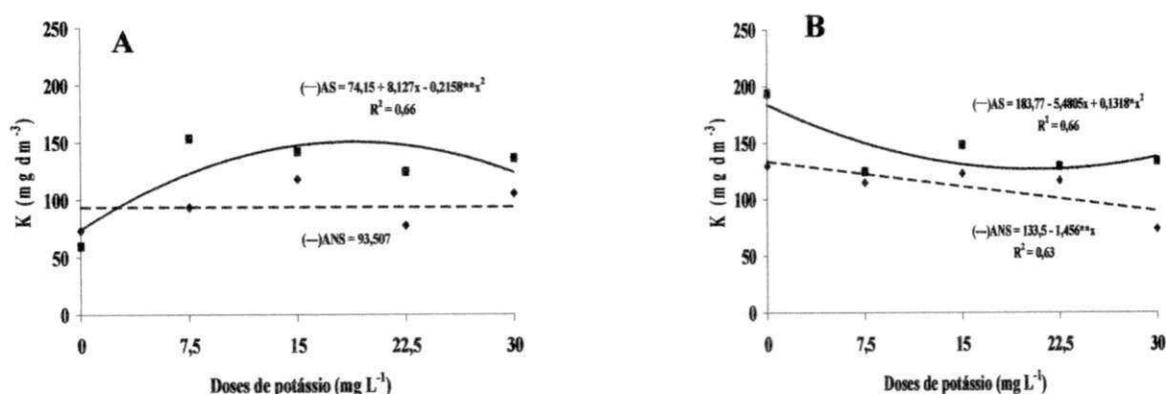


Figura 17. Teores de potássio no solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função das doses de potássio, na presença do biofertilizante (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—)

Os dados de K, nos tratamentos com biofertilizante bovino, apresentam similaridade com os de Rodolfo Junior (2007), ao trabalhar com biofertilizante puro e enriquecido aplicados ao solo cultivado com maracujá amarelo e com os de Rodrigues et al. (2009), ao estudarem o efeito do biofertilizante supermagro e KCl na mesma cultura. Os teores de potássio presentes tanto na matéria orgânica usada no preparo das covas quanto nos do biofertilizante bovino contribuíram para elevação dos teores desse elemento no solo. Porém, divergem de Diniz (2009), ao concluir que o biofertilizante comum e nitrogênio adicionados ao solo cultivado com maracujazeiro amarelo não elevaram os teores de potássio no solo.

Quanto à ação da vinhaça alguns autores, como Glória e Orlando Filho (1983), Camargo et al. (1983), Sengik et al. (1988), Arakaki e Calheiros (1998), Brito et al. (2005) e Gariglio (2008), citam a influência positiva do resíduo orgânico nos teores de potássio no solo. Entretanto, Gariglio (2008) ao analisar o efeito de doses de vinhaça aplicada em três tipos de solos sobre as propriedades químicas e físicas, registrou que no Latossolo Vermelho distrófico, com aumento de 0 para 40 m³ ha⁻¹ de vinhaça, resultou numa redução de 9,39% nos teores de potássio. Segundo o autor, acredita-se que esse decréscimo, mesmo com aumento da dose de vinhaça, deva-se a algum problema na análise ou amostragem.

Com referência ao cálcio, verifica-se que o elemento sofreu apenas interferência estatística pelo efeito isolado do tipo de água de irrigação (Figura 18A) e pelos insumos orgânicos (Figura 18B). O maior nível de sais solúveis presentes na água de irrigação contribuiu para o aumento dos teores de cálcio do solo. A água salina promoveu um aumento de 26,31% em relação à água sem problemas de sais. No tocante, a aplicação de insumos orgânicos, assim como se verifica para matéria orgânica (Figura 13), fósforo (Figura 15) e potássio (Figura 17), a vinhaça proporcionou maiores teores de cálcio no solo quando comparado ao biofertilizante bovino líquido. A superioridade da vinhaça foi 17,97% em relação ao biofertilizante bovino.

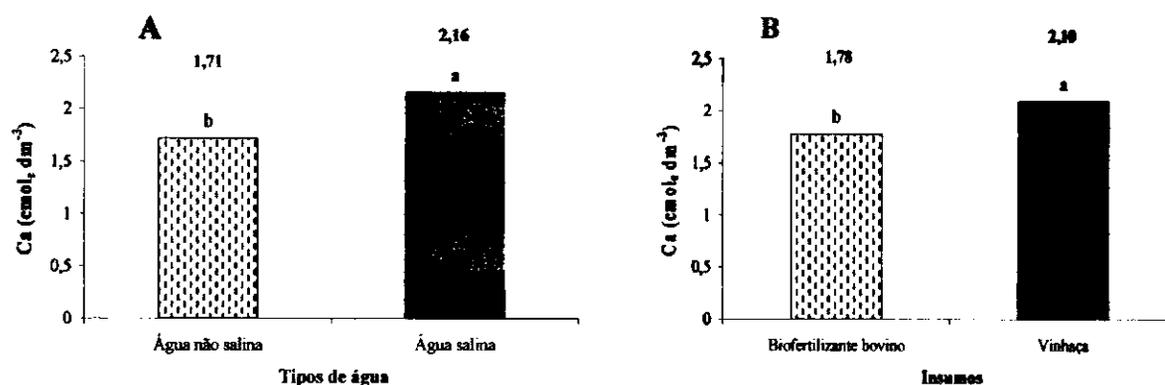


Figura 18. Valores de cálcio do solo em função, dos tipos de água (A) e dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça (B)

Comparativamente ao valor de $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{++} do solo, no início do experimento, os teores de cálcio foram elevados para 1,71; 2,16; 1,78 e 2,10 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, em função das irrigações com água não salina e água salina, biofertilizante e vinhaça, respectivamente. Esses incrementos são respostas do cálcio presente no fosfato natural e esterco bovino aplicados no preparo das covas, à composição das águas de irrigação e dos respectivos insumos orgânicos. Esse fato é justificado por Cavalcante (2000), onde o autor afirma que a água de irrigação, mesmo com baixa condutividade elétrica, contribui para elevação dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ no solo. A confirmação dessa afirmativa dá-se através dos dados de (Gondim et al., 2009) que, mesmo utilizando água não salina (C_1S_1) no cultivo do maracujá amarelo, verificou aumento de 0,83 para 2,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} no solo. Tendência semelhante foi observada também por Nascimento (2010) ao reportar aumento nos teores de cálcio em função da salinidade da água de irrigação ($0,31 \text{ dS m}^{-1}$), em plantas da mesma cultura.

A elevação dos teores de cálcio em função da aplicação da vinhaça e de biofertilizante dá-se pela composição do elemento em sua constituição. A superioridade da vinhaça está associada aos maiores valores em relação ao mesmo elemento (Tabela 11, p. 56), onde o cálcio da vinhaça é 216,8% maior que o existente no biofertilizante analisado como água de irrigação. Similaridade foi corroborada por Gariglio (2008) ao comprovar eficácia nos teores de cálcio de um Latossolo Vermelho amarelo distrófico, quando submetido à adição de doses de vinhaça.

De acordo com os dados de biofertilizante, tendência de comportamento semelhante foi observada por Rodrigues et al. (2009) ao avaliar o efeito do biofertilizante supermagro, Santos (2004) ao avaliar a ação dos biofertilizantes comum e supermagro em solo

cultivado com maracujazeiro amarelo e Diniz (2009) aplicando biofertilizante bovino e matéria orgânica na mesma cultura.

Os teores de enxofre foram afetados estatisticamente pela interação doses e insumos e água ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 2 anexo). Nos tratamentos com biofertilizante bovino (Figura 19A), os valores relativos ao solo irrigado com água não salina não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, tendo valor médio de $15,96 \text{ mg dm}^{-3}$; no solo irrigado com água salina, verificou-se redução nos teores de S, com o aumento das doses de potássio. No que se refere ao solo com vinhaça (Figura 19B), os valores foram superiores aos obtidos com biofertilizante bovino, independentemente do tipo de água de irrigação. Os dados relativos ao solo tratado com água salina não se ajustaram a nenhum modelo de regressão tendo valor médio de $26,91 \text{ mg dm}^{-3}$ e nos tratamentos com água não salina os teores de S decresceram com o aumento das doses de potássio até o valor de $20,43 \text{ mg dm}^{-3}$. Segundo Diniz (2009), os teores de enxofre quando fornecido como biofertilizante bovino ao solo atingiram o valor de $8,99 \text{ mg dm}^{-3}$. A superioridade dos tratamentos com vinhaça deve-se aos maiores valores desse elemento existente no insumo, contribuindo para maiores teores no solo.

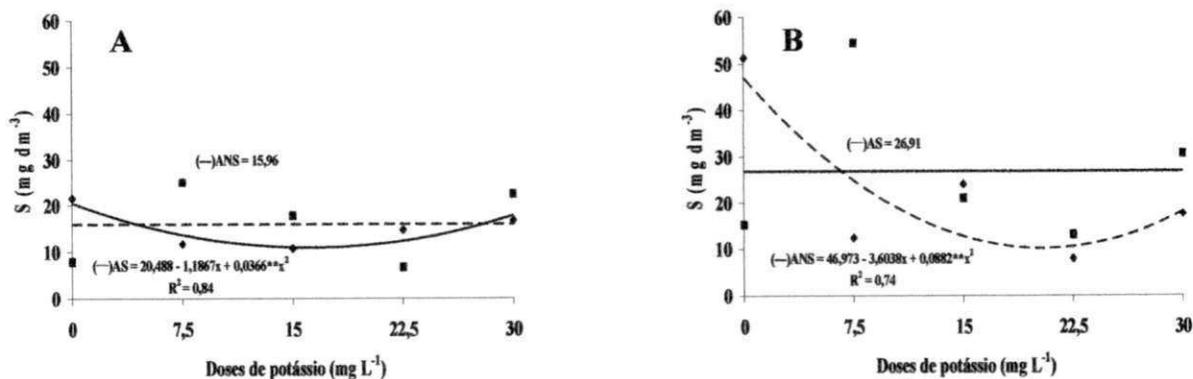


Figura 19. Teores de enxofre no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, na presença de biofertilizante (A) e vinhaça (B) irrigados com água não salina (---) e salina (—)

Os teores de boro ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, onde, com o aumento das doses de potássio, os teores de boro aumentaram até a dose máxima estimada de $11,25 \text{ mg dm}^{-3}$, conferindo num teor máximo estimado do micronutriente de $0,33 \text{ mg dm}^{-3}$ (Figura 20).

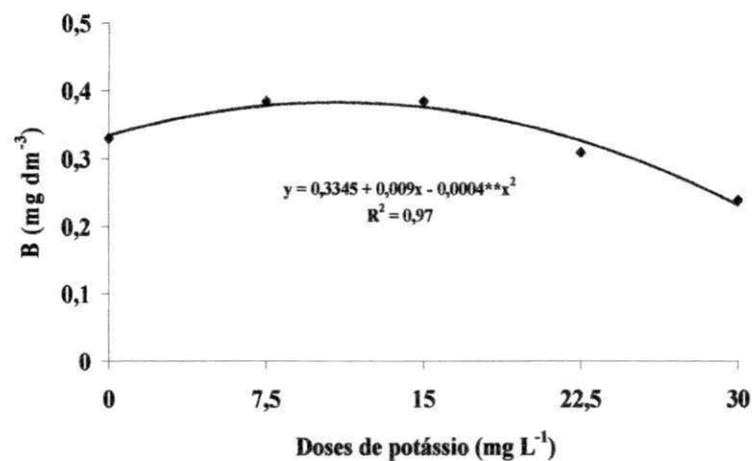


Figura 20. Teores de boro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio

Rodolfo Junior (2007), trabalhando com biofertilizante e adubação com NPK, observou que, no solo com o respectivo insumo houve uma redução nos teores de boro com declínio de $0,64 \text{ mg dm}^{-3}$ para $0,57 \text{ mg dm}^{-3}$. Esses valores são aquém dos registrados por Rodrigues et al. (2009), que, ao utilizarem o supermagro, obtiveram valores máximos de $1,21$ e $1,56 \text{ mg dm}^{-3}$ de boro no solo sem e com potássio, respectivamente. Para Malavolta et al. (1997), teores de boro no solo, acima de $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ são admitidos como adequados, para as culturas em geral.

Os dados de ferro referentes ao solo irrigado com água de boa qualidade e a água salina, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 21A). Mesmo assim, nos tratamentos com aplicação de biofertilizante bovino, irrigados com água salina, os valores foram 33,67% superiores em relação aos irrigados com água não salina. Os teores de ferro sofreram interferência estatística decrescendo com o aumento da dose aplicada até o menor valor de $69,56 \text{ mg dm}^{-3}$, em solo irrigado com água não salina, com aplicação de vinhaça. No solo com vinhaça, assim como registrado para o biofertilizante, os teores de ferro não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, mas variaram com o aumento das doses de potássio, sendo inferiores nos tratamentos com vinhaça sob irrigação com água salina (Figura 21B).

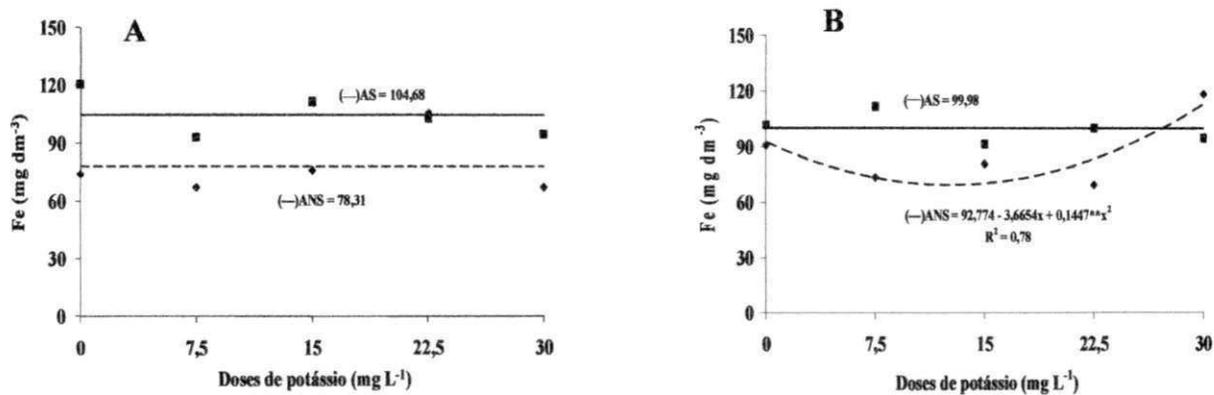


Figura 21. Teores de ferro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, irrigados com água não salina (---) e salina (—) sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B)

Ao comparar esses resultados com os teores de ferro de $52,02 \text{ mg dm}^{-3}$, no início do experimento, constatou-se que, mesmo havendo uma diminuição $91,23$ até $72,34 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose mínima estimada de potássio de $12,66 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 21B), esses valores conforme Malavolta et al. (1997), indicam que os solos na época da amostragem estava adequadamente suprido em ferro, uma vez que possui teores acima de 30 mg dm^{-3} . Rodolfo Junior (2007) observou que a aplicação de biofertilizante reduziu o teor de Fe no solo, pois os maiores valores foram registrados na ausência desse insumo. Mesmo havendo uma redução dos teores de ferro, com a aplicação de vinhaça, a cada incremento das doses de potássio, o solo não apresentou deficiência desse elemento.

Para o fornecimento de biofertilizante (Figura 22A), observa-se um decréscimo nos teores de Cu no solo, irrigado com água não salina, a cada incremento das doses de potássio, diferentemente dos teores no solo, irrigado com água salina, os quais mantiveram-se constantes independentemente das doses de potássio fornecidas. Os valores desse elemento variaram de $0,22$ para menos que $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ quando se irrigou com água não salina e apresentaram valores médios de $0,28 \text{ mg dm}^{-3}$ submetidos a irrigação com água salina. A água não salina não se ajustou a nenhum modelo de regressão, obtendo-se valor médio de $0,22 \text{ mg dm}^{-3}$ e, nos tratamentos com água salina, os teores de Cu cresceram com aumento das doses de potássio, até o valor de $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ (Figura 22B). Com a utilização de vinhaça, os valores foram superiores aos obtidos com biofertilizante bovino.

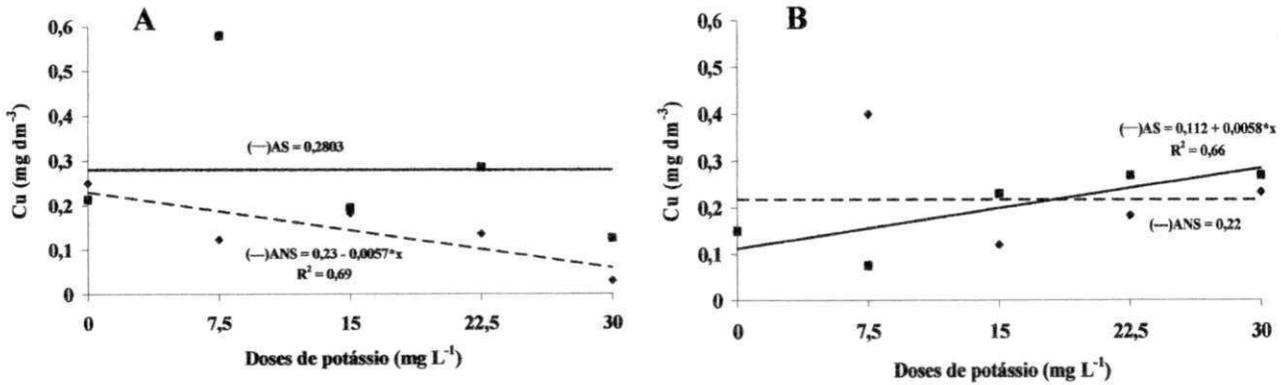


Figura 22. Teores de cobre no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—), sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B)

Rodolfo Junior (2007) trabalhando com biofertilizante comum e supermagro, constataram teores máximos de 0,98 e 0,74 mg dm⁻³, respectivamente e, mesmo assim, esses resultados indicam que o solo estava deficiente nesse micronutriente (Malavolta et al. 1997).

Rodrigues (2007) observou que a aplicação de potássio comprometeu a disponibilidade do cobre no solo, havendo um aumento nos tratamentos sem K₂O, com doses de supermagro. Essa baixa concentração de Cu, no solo, pode ser justificada pelo efeito inibidor causado pelo potássio (Malavolta, 2006), todos eles com teores de médio a alto no solo (Tabela 3 anexo).

Os teores de zinco no solo, quando irrigado com água não salina, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valor médio de 3,12 mg dm⁻³. Independentemente do insumo utilizado, as doses de potássio elevaram os teores desse micronutriente de 3,75 para mais que 5,0 mg dm⁻³ no solo irrigado com água salina. (Figura 23).

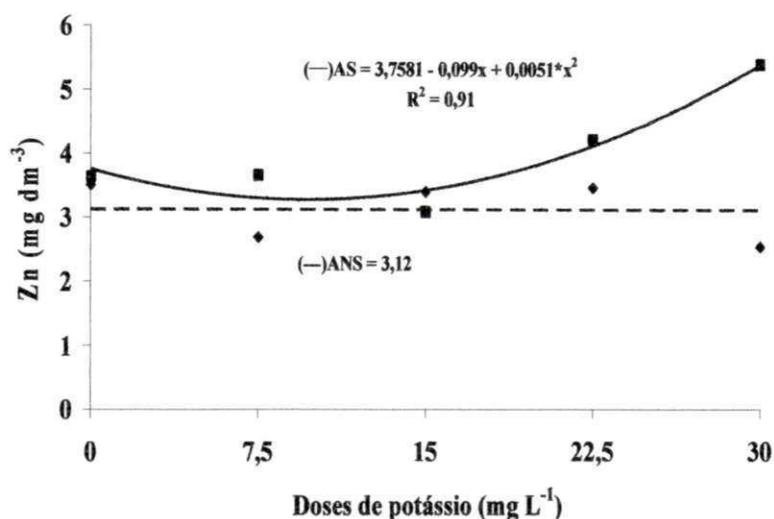


Figura 23. Teores de zinco no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, da irrigação com água não salina (---) e salina (—) sob biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B)

Alguns autores como, Diniz (2009) e Rodrigues (2007) registraram valores acima de 5 mg dm^{-3} de zinco em solo, com biofertilizante bovino e adubação mineral com NPK, cultivado com maracujazeiro amarelo. Rodolfo Junior, (2007) encontrou valores de zinco de $0,24$ e $0,11 \text{ mg dm}^{-3}$ em solo com biofertilizante comum e supermagro, respectivamente, verificando que a presença desse último, reduziu os teores desse elemento no solo.

Comparativamente com os valores de zinco no início do trabalho ($8,16 \text{ mg dm}^{-3}$), houve uma diminuição desse elemento no solo. No entanto, as fontes proporcionaram aumentos do micronutriente, visto que de acordo com Malavolta et al. (1997) teores de zinco superiores a 1 mg dm^{-3} expressam nível adequado no solo.

Os teores de manganês no solo, cultivado com maracujazeiro amarelo, sofreu interferência estatística da interação água e insumo e água e doses (Figura 24). Os maiores teores de Mn foram obtidos nos tratamentos irrigados com água salina, sendo essa superioridade observada juntamente com o fornecimento de biofertilizante bovino. Quando comparado aos tratamentos com água não salina, a superioridade é de 31,12% e nos tratamentos com vinhaça de 6,42% (Figura 24A). Independente da qualidade da água para irrigação, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, em função do aumento das doses de potássio, tanto para água não salina quanto para salina, onde esses valores foram de $8,70$ e $10,31 \text{ mg dm}^{-3}$ para água não salina e salina, respectivamente (Figura 24B).

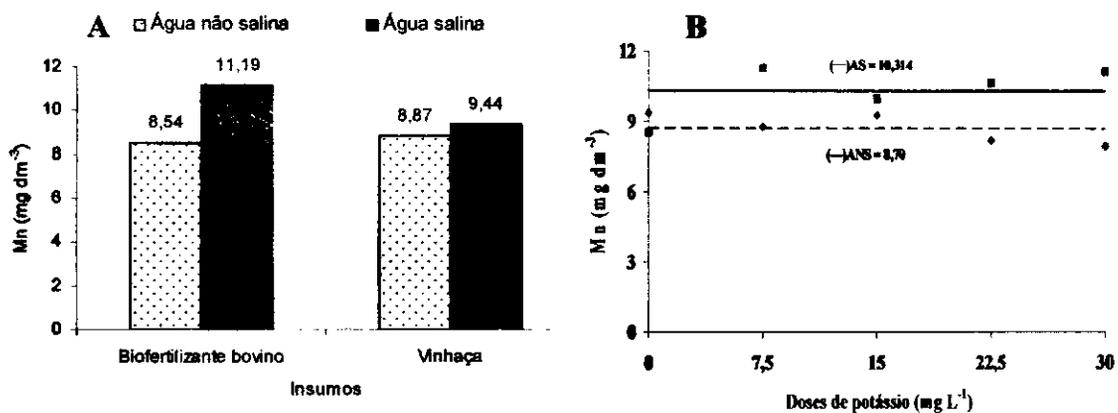


Figura 24. Teores de manganês no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, dos insumos e da qualidade da água (A) e das doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—)(B)

Ao comparar os dados da Figura 24 com os de outros autores, verifica-se que são superiores aos 0,90 e 4,15 mg dm⁻³ apresentados por Rodolfo Junior (2007) e Rodrigues et al.(2009) em solo com biofertilizante e adubação mineral. Esses resultados indicam níveis elevados no solo, pois, quando deficientes apresentam valores inferiores a 5 mg dm⁻³ (Malavolta et al., 1997).

Os teores de sódio foram influenciados pela água de irrigação (Figura 25A). Pela referida figura, se observa que os tratamentos irrigados com água salina apresentaram uma superioridade de 28% em relação aos tratamentos sob irrigação com água de boa qualidade. Os valores no solo também foram influenciados, estatisticamente, pelas doses de potássio apresentando valores médios de 0,27 mg dm⁻³, para plantas tratadas com biofertilizante bovino e inferiores aos tratamentos submetidos à vinhaça, os quais apresentaram valor médio de 0,30 mg dm⁻³ (Figura 25B).

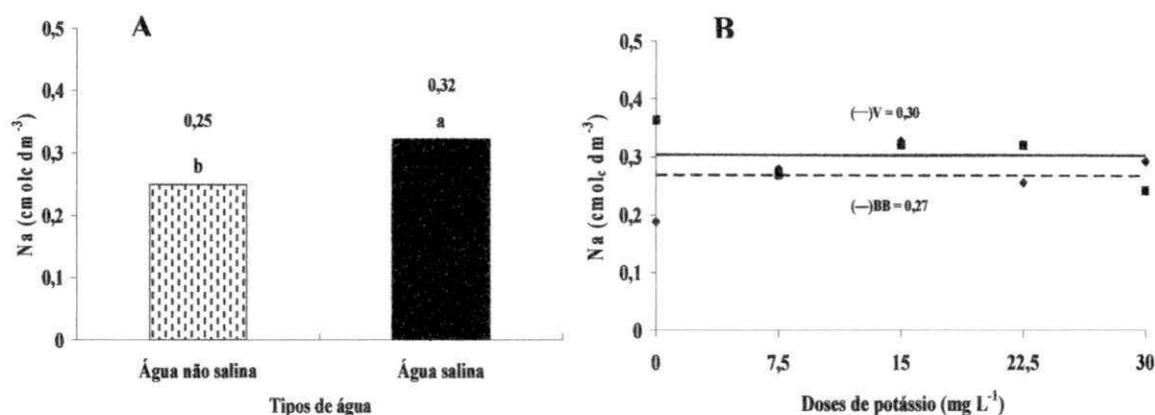


Figura 25. Teores de sódio no solo cultivado com maracujazeiro amarelo em função, do tipo de água (A) e das doses de potássio, proveniente do biofertilizante bovino (---) e da vinhaça (—) (B)

Os maiores valores de sódio quando se utilizou água com alta salinidade está associado a presença desse elemento na sua composição, como observado também por Cavalcante et al. (2006).

Nascimento (2010), trabalhando com biofertilizante e adubação com NPK em solo irrigado com água salina ($3,89 \text{ dS m}^{-1}$) e não salina ($0,31 \text{ dS m}^{-1}$), verificou que houve um aumento nos teores de sódio no solo dos tratamentos com água salina e adubação com NPK, em função do aumento das doses de biofertilizante bovino, com valor máximo de $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Rodrigues et al. (2009) registraram conteúdo inferior do elemento no solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio, obtendo valor de $0,116 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, não expressando, assim, nenhum risco de toxicidade às plantas e nem interferindo na composição química e qualidade física do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. Santos (2004) e Rodolfo Junior (2007), utilizando biofertilizante e adubação com NPK, também registraram aumento dos teores de sódio no solo. Por outro lado, Diniz (2009) não observou nenhuma interferência estatística, nos tratamentos com biofertilizante e adubação nitrogenada.

Quanto ao sódio, os teores são baixos e não comprometem nutricionalmente as plantas e não degradam o solo. Richards (1954); Cavalcante (2000) e Santos (2004) para teores de sódio abaixo de $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ não comprometem o solo fisicamente. Mesmo sendo influenciado positivamente pela aplicação de doses de potássio, não houve um comprometimento dos teores de sódio ao depauperamento físico do solo nem à produção e crescimento das plantas.

Pelos resultados apresentados no resumo da análise de variância (Tabela 7 anexo) as fontes de variação água e insumos e doses de potássio, exerceram efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade sobre a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

No solo irrigado com água não salina e vinhaça, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, resultando em valor médio de $0,97 \text{ dS m}^{-1}$ e, exceto, nos tratamentos sem e com o insumo na dose para fornecer K_2O ao nível $7,5 \text{ mg L}^{-1}$ os dados foram inferiores aos do solo com biofertilizante bovino. No solo irrigado com o mesmo tipo de água o biofertilizante provocou aumento linear da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo ao nível $0,0064 \text{ dS m}^{-1}$ por incremento unitário da dose de K_2O fornecido pelo respectivo insumo orgânico (Figura 26A).

A irrigação com água salina elevou expressivamente a salinidade do solo e com comportamento diferenciado dos dados em relação aos tratamentos com água não salina. Pelos resultados o biofertilizante apesar de reduzir a condutividade elétrica com o aumento das doses, de $5,47 \text{ dS m}^{-1}$ na testemunha para $3,76 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 26B), os dados foram marcadamente superiores aos do solo irrigado com água de boa qualidade.

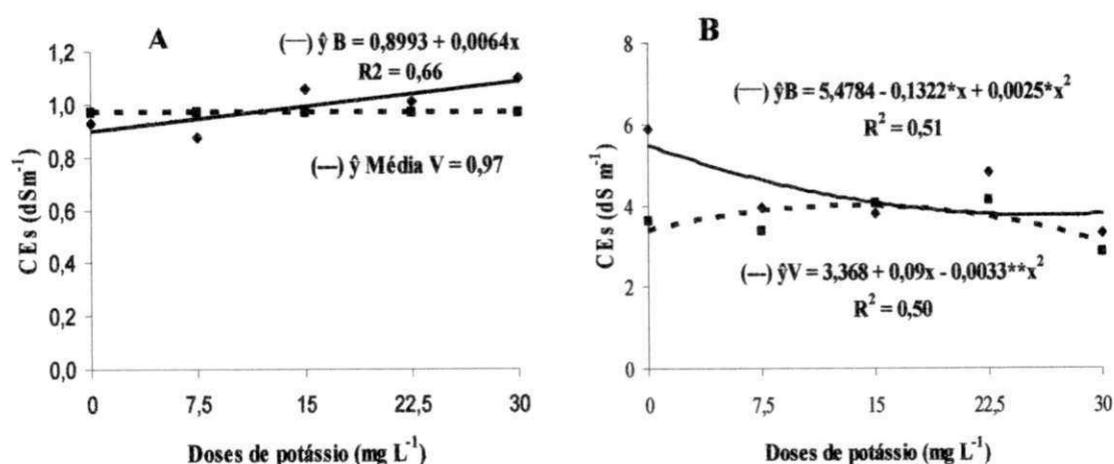


Figura 26. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com maracujazeiro amarelo, em função da irrigação com água não salina (A) e salina (B) e das doses de biofertilizante bovino (—) e vinhaça (---)

Os resultados assemelham-se aos reportados por Nascimento (2010) ao concluir que a irrigação com água de maior salinidade elevou o caráter salino do solo, mas diverge em relação aos tratamentos com água salina, em que a condutividade elétrica do solo aumentou em função do aumento do biofertilizante bovino, mas sem comprometer o rendimento da cultura. Em relação ao biofertilizante bovino, a tendência foi divergente,

sendo registrado que o aumento do insumo orgânico sob condições de estresse salino eleva a condutividade elétrica do solo.

Ao comparar os resultados na Figura 26 com o valor inicial de condutividade elétrica do extrato de saturação CEes, de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, se constata que a irrigação com água de boa qualidade elevou a salinidade do solo para valores de 0,97 e até $1,09 \text{ dS m}^{-1}$ nos tratamentos com vinhaça e biofertilizante, respectivamente. Quanto ao solo sob irrigação com água salina os valores da mesma variável foram incrementados de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ para até $4,01 \text{ dS m}^{-1}$ no solo com biofertilizante bovino para até $3,98 \text{ dS m}^{-1}$ com vinhaça, respectivamente.

Pelos resultados, apesar da elevação da CEes nos tratamentos irrigados com água sem restrições à agricultura ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), o solo se manteve como não salino, isto é, com condutividade elétrica inferior a 4 dS m^{-1} . Quanto aos efeitos da água salina, independentemente do tipo de insumo, a condição salina do solo foi elevada de não salino ($\text{CEes} < 4 \text{ dS m}^{-1}$) para ligeiramente salino com condutividade elétrica do extrato de saturação entre 2 e 4 dS m^{-1} (Richards, 1954).

4.1.2 Temperatura e Umidade do Solo no Período Experimental

Pelos resultados apresentados na Figura 27, observa-se que na época seca, os valores de temperatura e umidade do solo, em função dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça, irrigado com água não salina e salina, foram superiores no período diurno (Figura 27A) em relação ao período noturno (Figura 27B).

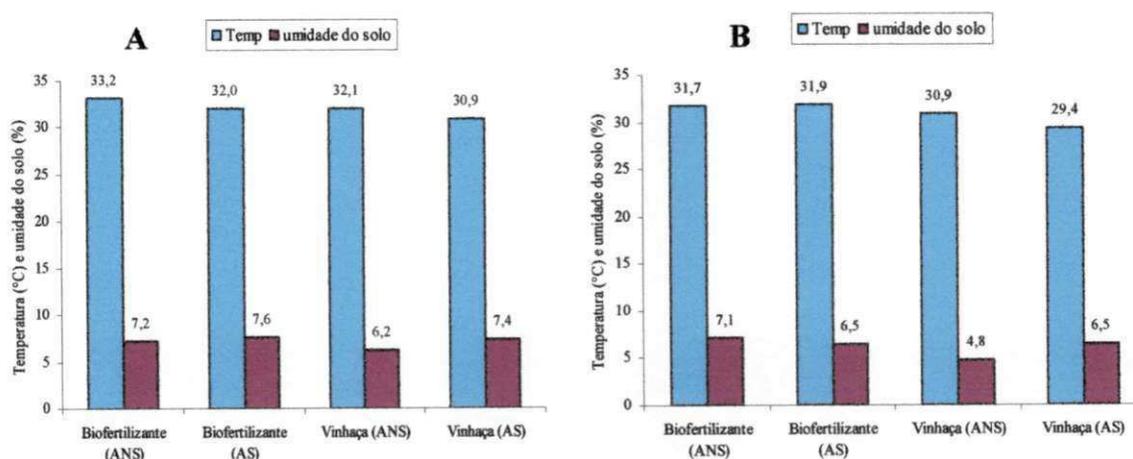


Figura 27. Valores médios de temperatura e conteúdo de água do solo, referente a época seca (novembro/2008) para o período diurno (A) e noturno (B), a 20 cm de profundidade em função dos insumos aplicados, irrigados com água não salina e salina

Na época seca (novembro/2008), no período diurno, a temperatura média do solo foi de 33,2 e 32,0°C e a umidade do solo foi de 7,2 e 7,6%, nos tratamentos com biofertilizante bovino, sob irrigação com água não salina e salina, respectivamente. Nos tratamentos com vinhaça, na mesma época, no mesmo período estudado, utilizando-se o mesmo tipo de água, constatou-se uma diminuição na temperatura e umidade média do solo, em relação ao biofertilizante bovino, apresentando valores de 32,1 e 30,9°C e umidade do solo de 6,2 e 7,4%. Já no período chuvoso, na mesma época estudada, os resultados foram semelhantes, porém, apresentando valores médios mais baixos de temperatura e umidade do solo, tanto para os tratamentos com biofertilizante bovino e para vinhaça.

Comparando os dados observados na Figura 27A e Figura 27B, verifica-se que os tratamentos com vinhaça, no período diurno e noturno, apresentaram valores de temperatura e umidade média do solo inferiores aos tratamentos com biofertilizante bovino, especialmente, no período noturno, sob irrigação com água salina. Este fato pode está associado aos maiores valores de radiação solar existente durante a época seca, no período diurno, em relação ao período noturno, correspondendo a menores valores de umidade do solo, denotando a estreita relação entre esses elementos, que também foi evidenciado por Silva et al. (1999).

Na Figura 28, encontram-se as variações de temperatura e umidade média do solo a 20 cm de profundidade, na época chuvosa, no período diurno e noturno, nos tratamentos com biofertilizante bovino e vinhaça, irrigados com água não salina e salina.

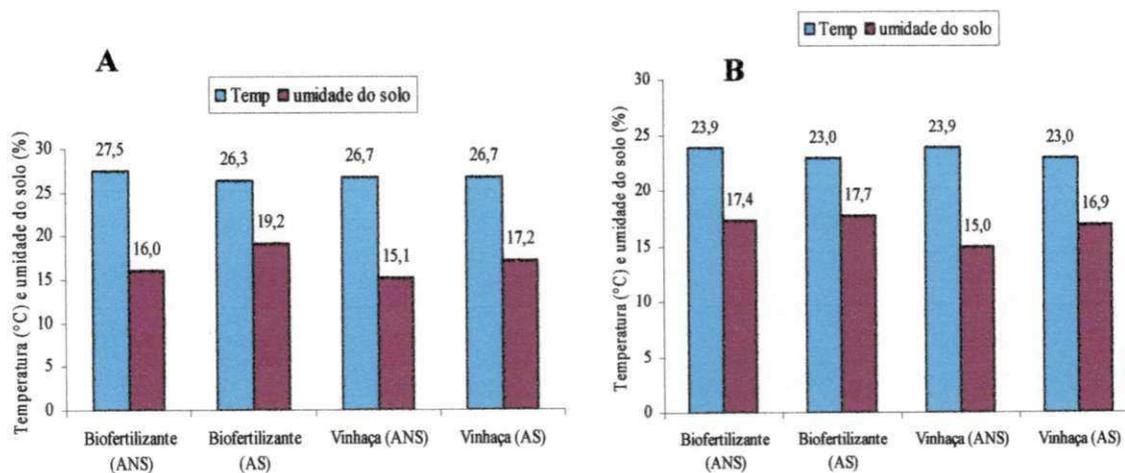


Figura 28. Valores médios de temperatura e umidade do solo, referente a época chuvosa (junho/2009) no período diurno (A) e noturno (B), a 20 cm de profundidade, em função dos insumos aplicados, irrigados com água não salina e salina

Com relação aos tratamentos com biofertilizante bovino, na época chuvosa, no período diurno (Figura 28C), observa-se que a temperatura e umidade média do solo, foi de 27,5°C e 16,0%, irrigado com água não salina, enquanto, com água salina, os valores de temperatura e umidade foram de 26,3°C e 19,2%, respectivamente. Pode-se observar nos tratamentos com vinhaça, que a temperatura e umidade do solo, apresentaram valores inferiores aos tratamentos com biofertilizante bovino, referente a mesma época e o mesmo período, com valores de 26,7°C e 15,1%, irrigados com água não salina e 26,7°C e 17,2%, sob irrigação com água salina.

Quanto a época chuvosa, no período noturno (Figura 28D), verifica-se que os valores de temperatura média do solo, foi de 23,0 e 23,9°C e umidade de 17,4 e 17,7%, nos tratamentos com biofertilizante bovino, sob irrigação com água salina e não salina, respectivamente. Já os valores referentes a temperatura e umidade do solo, nos tratamentos com vinhaça, irrigados com água não salina, foi de 23,9°C e 15,0%, enquanto, sob irrigação com água salina, para o mesmo tipo de insumo, a temperatura foi de 23,0°C e 16,9% de umidade.

Ao comparar os valores de temperatura e umidade média do solo, na época chuvosa, no período diurno (Figura 28C) e noturno (Figura 28D), sob irrigação com água não salina e salina, em relação a época seca, nos mesmos períodos, verifica-se que a precipitação exerce influência nos valores mais amenos da temperatura, apresentando valores mais elevados de umidade do solo. Verifica-se nas Figuras 27 e 28 que os tratamentos irrigados com água salina, independente do tipo de insumo, meses e períodos estudados, apresentaram valores de umidade do solo superiores aos tratamentos irrigados com água não salina. A salinidade da água age diminuindo a evaporação e, conseqüentemente, promove aumento no conteúdo de água do solo (Vieira, 1972).

Possivelmente a ação dispersante tem relação com a participação de cátions no processo de agregação das partículas de argila no solo. O sódio, que é monovalente e apresenta maior raio hidratado, tem ação dispersante, dificultando a agregação das partículas e, com isso tenha provocado diminuição da evaporação e aumento da umidade do solo. Nesse sentido, Costa et al. (2006) estudaram a influência da salinidade na taxa de evaporação da água e, constataram que a taxa de evaporação diária diminui linearmente com o aumento da salinidade da água.

4.1.3 Respiração Edáfica Total do Solo

Pelo resumo das análises de variância (Tabela 8 anexo), a respiração edáfica não apresentou diferenças significativas para as fontes de variação qualidade da água e época. As interações doses e épocas, época e períodos e doses e períodos interferiram estatisticamente a respiração do solo a 1 e 5%, respectivamente. Ainda foi detectado o efeito significativo das interações tripla águas e doses e épocas e insumos e doses e épocas sobre a variável em questão.

De acordo com a Figura 29, o potássio elevou linearmente a respiração do solo, exceto para a época chuvosa irrigada com água salina ($220,54 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Na época seca (Figura 29A), verificou-se ajuste ao modelo de regressão linear crescente, onde os tipos de água representam uma sobreposição de valores da respiração edáfica a partir da dose 15 mg L^{-1} , resultando nos maiores valores de $331,29$ e $334,06 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, referente aos tratamentos de água não salina e salina, respectivamente. Em relação ao período chuvoso (Figura 29B), a água não salina apresentou maior respiração $261,65 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, na dose de $30 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

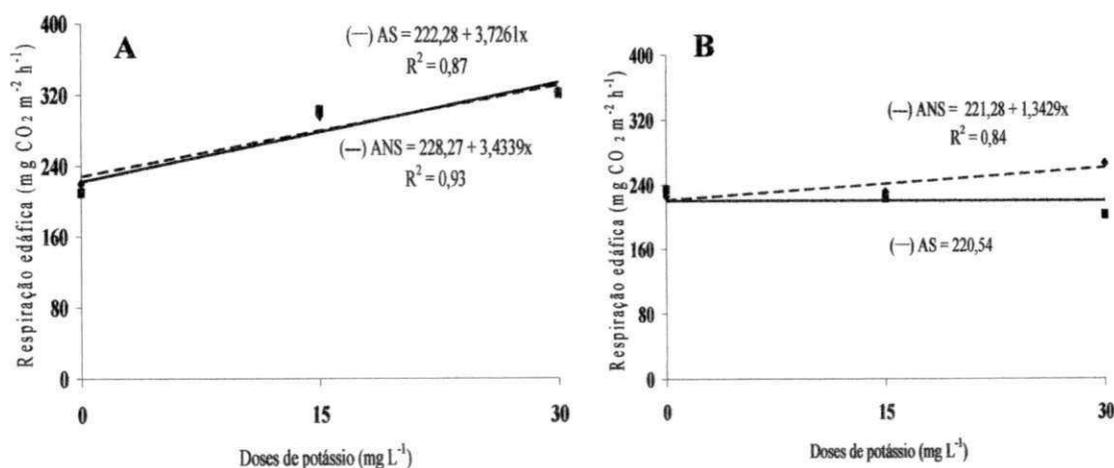


Figura 29. Respiração edáfica do solo em função das doses de potássio, nas épocas seca (A) e chuvosa (B), irrigadas com água não salina (---) e salina (—)

Pela interação insumos e doses e épocas, a época utilizada para analisar a respiração edáfica interferiu no modelo de regressão linear crescente (Figura 30). Durante a época seca (Figura 30A), ocorreu ajustamento dos dados ao modelo de regressão linear crescente, onde o aumento das doses de potássio resultou nos valores máximos de $324,67$ e $340,68 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, referente aos tratamentos com vinhaça e biofertilizante bovino, respectivamente. Na época chuvosa (Figura 30B), os dados não se ajustaram a nenhum

modelo de regressão, tendo como valores médios 229,49 e 232,47 mg CO₂ m⁻² h⁻¹, para os insumos biofertilizante bovino e vinhaça, respectivamente.

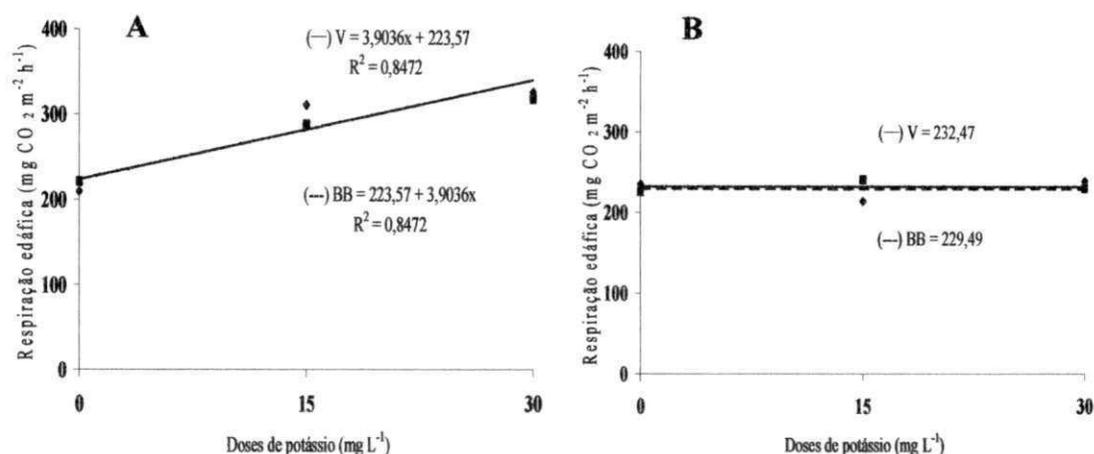


Figura 30. Respiração edáfica do solo, em função das doses de potássio, nas épocas seca (A) e chuvosa (B), sob biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—)

A respiração do solo cresceu de forma linear em função das doses de potássio tanto no período noturno quanto diurno (Figura 31). Durante o dia, o maior dado de respiração (274,66 mg CO₂ m⁻² h⁻¹) foi registrado na dose de 30 mg L⁻¹ de potássio. De forma similar, a respiração edáfica no período noturno também foi superior no tratamento de potássio de 30 mg L⁻¹, resultando num valor máximo de 291,63 mg m⁻² h⁻¹.

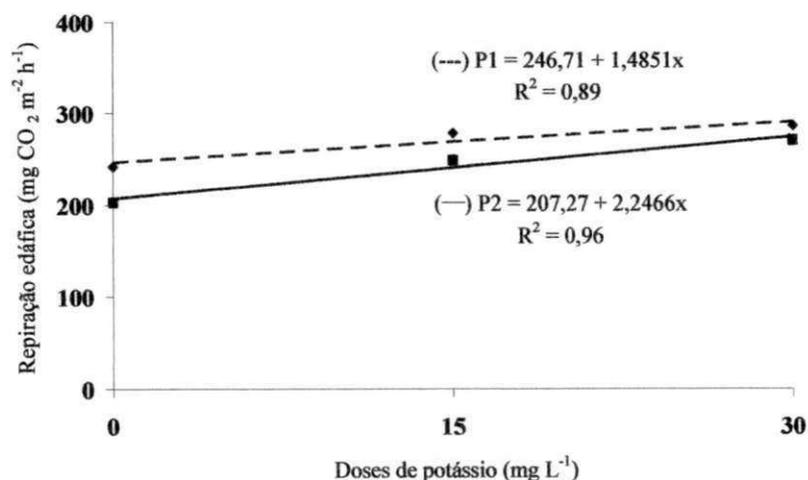


Figura 31. Respiração edáfica do solo, em função das doses de potássio, no período noturno (---) e diurno (—)

Os valores de temperatura mais amenas e maior conteúdo de água no solo no período noturno em relação ao período diurno, possivelmente tenha ocorrido maior atividade microbiana e conseqüentemente maior liberação de CO₂. Estes resultados estão

de acordo com Souto et al. (2002), que ao analisar a atividade microbiana em função da disposição de esterco no solo, observaram valores mais elevados de liberação de CO_2 no período noturno, isto nos tratamentos em que os esterco estavam dispostos na superfície do solo.

Pela Figura 32 pode-se observar que a respiração edáfica em ambas épocas avaliadas (seca e chuvosa) apresentam valores superiores no período noturno. A respiração edáfica em função da época seca, foi de 287,34 e 270,61 $\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, enquanto, na época chuvosa, a respiração foi de 250,63 e 211,32 $\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, no período noturno e diurno, respectivamente. Pode-se verificar ainda que na época seca, a respiração noturna superou o período diurno em 6,18% e, na época chuvosa, a superioridade foi de 15,68%. O aumento da respiração do solo, no período noturno, na época chuvosa, em detrimento a época seca, possivelmente foi devido aos valores elevados de precipitação, onde promoveu um maior conteúdo de água no solo e com isso favoreceu uma maior atividade microbiana. Nesse sentido, Lira et al. (1999), trabalharam a respiração do solo e cerrado e, verificaram que a maior taxa de liberação de CO_2 , ocorreram nos meses de maior precipitação.

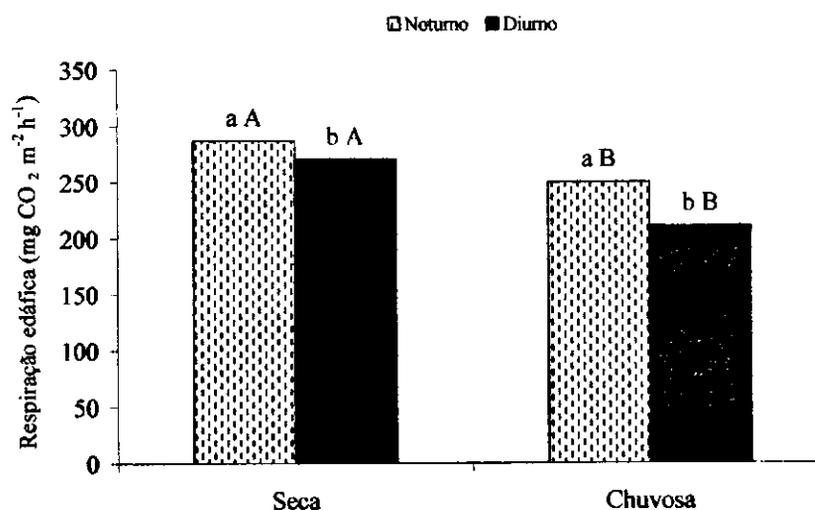


Figura 32. Respiração edáfica em função das épocas (seca e chuvosa) e períodos (noturno e diurno). Letras maiúsculas iguais entre colunas em cada época, não diferem entre si pelo teste F

4.1.4 Avaliação da Macrofauna do Solo

4.1.4.1 Efeito da aplicação do biofertilizante bovino na macrofauna edáfica

Com relação à população total de indivíduos (t) por grupo faunístico nas variáveis analisadas (Tabela 12) foi coletado um total de 604 organismos durante a época de estudo.

Desse total, 77,98% pertenciam ao grupo Hymenoptera, 9,43% ao grupo Coleoptera, 4,96% ao grupo Araneae, 3,14% ao grupo Orthoptera, 2,31% ao grupo Embioptera, 0,99% ao grupo Díptera e Larva de Coleoptera, respectivamente, e 0,16% ao grupo Scutigromorpha. Essa superioridade no número ou densidade de indivíduos do grupo Hymenoptera também foi verificada por Correia et al. (2009) ao quantificarem a macrofauna edáfica em três ambientes do agreste paraibano e para Fernandes et al. (2009) avaliarem os impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba.

O grupo mais representativo em todas as épocas estudadas foi Hymenoptera (471 indivíduos), seguido, pelos grupos Coleoptera (57 indivíduos) e Araneae (30 indivíduos) e o menos representativo foi o grupo Scutigromorpha com apenas um indivíduo.

Tabela 12. População total de indivíduos da macrofauna por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, nas doses 0, 15 e 30 mg L⁻¹, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina								Água salina							
	Época seca				Época chuvosa				Época seca				Época chuvosa			
	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t
Nome	-----Indivíduo amostra ⁻¹ -----															
Hymenoptera	17	24	60	101	36	35	34	105	41	65	15	121	29	46	69	144
Diptera	0	0	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	2	2
Coleoptera	2	1	3	6	25	2	12	39	3	0	3	6	2	3	1	6
Araneae	2	4	3	9	4	3	1	8	4	1	2	7	4	0	2	6
Orthoptera	0	0	0	0	1	0	1	2	1	13	1	15	1	1	0	2
Embioptera	0	0	0	0	2	11	0	13	0	0	0	0	0	0	1	1
L. Coleoptera	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Scutigromorpha	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	21	29	66	116	71	58	49	178	49	79	21	149	36	50	75	161

t = total nas três parcelas referentes às doses de potássio de 0, 15 e 30 mg kg⁻¹.

Independentemente das doses aplicadas de biofertilizante bovino e irrigação com água não salina, verificou-se que a abundância foi maior na época chuvosa (junho/2009) em relação a época seca (novembro/2008) com predominância do grupo Hymenoptera (105 indivíduos), seguida dos grupos Coleoptera (39), Embioptera (13). Comparativamente, observa-se que o número total de indivíduos na época chuvosa (178) foi superior aos (116) indivíduos na época seca, no entanto, percebe-se que o aumento das doses de potássio oriundas do biofertilizante bovino na época chuvosa, promoveu uma diminuição do número de indivíduos, ocorrendo o contrário na época seca. Embora a umidade do solo favoreça o aumento da macrofauna edáfica, possivelmente, o aumento da dose de biofertilizante bovino tenha formado uma camada protetora na superfície do solo, e

com isso impediu a ascensão e conseqüentemente a captura de alguns insetos da macrofauna.

Com relação à utilização de água salina nas épocas estudadas e doses de potássio 0, 15 e 30 mg L⁻¹, liberadas pelo biofertilizante bovino, verifica-se uma maior predominância de indivíduos na época chuvosa (161) em relação a época seca (149). Em ambas as épocas estudadas podem ser observados a dominância do grupo Hymenoptera, independente das doses de potássio aplicadas nos tratamentos e do tipo de água utilizada para irrigação. Segundo Wink et al. (2005) as formigas são o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presentes nos mais diferentes habitats. A predominância do grupo Hymenoptera na caatinga foi também relatada por Araújo et al. (2009), Rodrigues et al. (2007) e Souto et al. (2008).

Pelos resultados expressos na Tabela 12 independentemente das doses de potássio, irrigação com água salina, se constata um aumento no número de indivíduos na época chuvosa. A umidade do solo e a presença de cobertura permanente no solo de acordo com Silva et al. (2007) contribuíram para o aumento de novos habitats favoráveis à colonização dos organismos invertebrados.

Pode-se observar ainda na Tabela 12 que à riqueza de grupos nas épocas seca e chuvosa, irrigados com água não salina e salina, foram três, oito, quatro e seis grupos taxonômicos, respectivamente. A superioridade foi atribuída às condições adequadas de temperatura e umidade do solo, promovendo uma maior população dos indivíduos. Araújo (2010) constatou que a variação da diversidade e a riqueza de grupos são mais elevadas na estação chuvosa. Constatou, também, o supra citado autor que com o término da mesma, logo após a queda de folhas do estrato arbóreo-arbustivo, os grupos taxonômicos da macrofauna do solo tendem a aumentar devido uma maior distribuição de alimentos.

Na Tabela 13, independentemente do tipo de água utilizada, verifica-se que a precipitação pluvial, a temperatura e o conteúdo de água do solo, promoveram condições favoráveis para os indivíduos da macrofauna resultando em captura de maior número de indivíduos na época chuvosa.

Tabela 13. Número de indivíduos da macrofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Variáveis analisadas	Água não salina		Água salina	
	Época seca	Época chuvosa	Época seca	Época chuvosa
Número de indivíduos	116	178	149	161
Precipitação pluvial (mm)	0	11	0	11
Conteúdo de água do solo (%)	7,15	16,03	7,6	19,2
Temperatura a 20 cm (°C)	33,2	27,5	32,0	26,3

De acordo com Bandeira e Harada (1998), em ecossistemas onde as estações secas e chuvosas são bem definidas, a fauna edáfica migra da superfície do solo para as camadas mais profundas, quando este apresenta deficiência de umidade, retornando para a superfície, quando a umidade é restabelecida. Essa situação se assemelha ao verificado na época seca com o número de riqueza e abundância dos grupos taxonômicos nesta época de avaliação.

4.1.4.1.1 Índice de Diversidade de Shannon (H) e Uniformidade de Pielou (e) para a macrofauna em ambiente com biofertilizante bovino

O grupo faunístico Hymenoptera apresentou o menor índice de diversidade em comparação aos demais grupos (Tabela 14). Segundo Begon et al. (1996) isso reflete uma maior população de indivíduos de um determinado grupo ou grupos em detrimento de outros, promovendo com isso redução na diversidade de Shannon.

Tabela 14. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Hymenoptera	0,09	0,08	0,05	0,30	0,22	0,16	0,08	0,09	0,15	0,09	0,04	0,04
Diptera	0	0	0	1,40	1,70	0	0	0	0	0	0	1,52
Coleoptera	1,05	1,52	1,30	0,46	1,52	0,62	1,22	0	0,85	1,22	1,22	2,0
Araneac	1,05	0,85	1,30	1,22	1,30	1,70	1,09	1,89	1,0	0,96	0	1,52
Orthoptera	0	0	0	2,0	0	1,70	1,7	0,78	1,30	1,52	1,70	0
Embioptera	0	0	0	1,52	0,72	0	0	0	0	0	0	2,0
L. Coleoptera	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0
Scutigromorpha	0	0	0	0	0	1,70	0	0	0	0	0	0
Total	2,19	2,45	2,65	6,90	6,46	5,88	4,09	2,76	3,30	3,79	2,96	7,08

Quanto à diversidade da macrofauna do solo, sob irrigação com água não salina, percebe-se declínio do índice de Shannon com o aumento das doses de potássio oriundas de biofertilizante bovino, sendo o menor valor registrado na dose 30 mg L⁻¹, na época seca e chuvosa, respectivamente. Isso pode ter ocorrido, provavelmente, pelo aumento das doses de potássio oriundas do biofertilizante bovino, promovendo um conteúdo de água no solo satisfatório para os organismos e favorável para o crescimento da vegetação, contribuindo com a liberação de exsudatos radiculares e incrementos no conteúdo de matéria orgânica do solo, resultando um aumento na mineralização da matéria orgânica, o que favorece o estabelecimento e o desenvolvimento da macrofauna edáfica.

Com relação à água salina, são observados baixos índices de diversidade para o grupo Hymenoptera, independentemente das épocas e doses de potássio aplicadas. Na época seca, verifica-se que com o aumento das doses de potássio, o índice de Shannon expressou um aumento da diversidade, enquanto, na época chuvosa, ocorreu uma diminuição dos valores de diversidade, predominando o menor índice de diversidade de 0,04 nas doses 15 e 30 mg L⁻¹. Nesse sentido, estudos realizados por Rodrigues et al. (2007) sobre a diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semiárido da Paraíba, evidenciam também uma maior predominância do grupo Hymenoptera.

Os valores referentes ao índice de uniformidade de Pielou (e) expressam coerência dos valores em relação aos índices de Shannon, apresentando menor uniformidade para o grupo Hymenoptera (Tabela 15). Nos tratamentos irrigados com água não salina, independente das épocas avaliadas, constata-se que na dose 30 mg L⁻¹, ocorreu a menor equitabilidade. Já nos tratamentos irrigados com água salina, verificou-se que a menor uniformidade foi caracterizada, na época chuvosa, nas doses 15 e 30 mg L⁻¹. Como o índice de Shannon apresentou maior dominância desse grupo, ou seja, um maior número de indivíduos nas respectivas doses de potássio, a uniformidade deve se assemelhar aos valores de dominância ou diversidade de Shannon.

Tabela 15. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Hymenoptera	0,10	0,09	0,06	0,33	0,24	0,18	0,09	0,10	0,17	0,10	0,04	0,04
Diptera	0	0	0	1,55	1,88	0	0	0	0	0	0	1,68
Coleoptera	1,16	1,68	1,44	0,51	1,68	0,69	1,35	0	0,94	1,35	1,35	2,21
Araneae	1,16	0,94	1,44	1,35	1,44	1,88	1,21	2,09	1,11	1,06	0	1,68
Orthoptera	0	0	0	2,21	0	1,88	1,88	0,86	1,44	1,68	1,88	0
Embioptera	0	0	0	1,68	0,80	0	0	0	0	0	0	2,21
L. Coleoptera	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0
Scutigromorpha	0	0	0	0	0	1,88	0	0	0	0	0	0
Total	2,42	2,71	2,94	7,63	7,15	6,51	4,53	3,05	3,66	4,19	3,27	7,82

Comportamento semelhante foi verificado por Correia et al. (2009) em áreas com cultivo de acerola (*Malpighia emarginata* DC.), mandioca (*Manihot esculenta*) e uma área de mata, onde obtiveram baixos valores do índice de Shannon com consequente redução na uniformidade, evidenciando o predomínio do grupo Hymenoptera.

4.1.4.2 Efeito da aplicação da vinhaça na macrofauna edáfica

A população total (t) referente aos grupos faunísticos da macrofauna na época seca e chuvosa, no solo oriundo da vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina, foi de 656 organismos (Tabela 16). O grupo Hymenoptera, lidera os demais com 82,6%, seguido dos grupos Coleoptera 6,9%, Araneae 5,6%, Diptera 2,1% e na sequência os grupos Orthoptera, Chilopoda, Embioptera Hemiptera e Larva de Coleoptera. A supremacia do grupo Hymenoptera também foi registrada por Gomes et al. (2009) e Nóbrega et al. (2009) ao avaliarem a tendência da macrofauna epigéica em diferentes sistemas de manejo nos municípios do semi árido Paraibano.

Tabela 16. População total de indivíduos da macrofauna por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, nas doses 0, 15 e 30 mg L⁻¹, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina								Água salina							
	Época seca				Época chuvosa				Época seca				Época chuvosa			
	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t
Nome	----- Individuo amostra ¹ -----															
Hymenoptera	65	40	45	150	55	67	45	167	18	75	9	102	40	54	29	123
Diptera	0	0	0	0	12	0	1	13	0	0	0	0	0	0	1	1
Coleoptera	6	8	1	15	8	3	1	12	1	2	5	8	3	2	5	10
Araneae	4	0	3	7	3	5	3	11	3	0	3	6	0	13	0	13
Orthoptera	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	1	3	1	1	1	3
Hemiptera	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Embioptera	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1
Chilopoda	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	1	0	2
L. Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	75	48	51	174	82	76	50	208	24	77	18	119	45	72	38	155

t = total nas três parcelas referentes às doses de potássio de 0, 15 e 30 mg kg⁻¹.

A ordem dos grupos representativos em todas as épocas avaliadas de acordo com os dados da Tabela 16 foi Hymenoptera (542), Coleoptera (45), Araneae (37), Diptera (14), Orthoptera (8), Chilopoda (4) e Embioptera (3) indivíduos e os menos representativos foram os grupos Hemiptera (2) e Larva de Coleoptera com apenas um indivíduo.

Quanto a época seca e chuvosa, irrigado com água não salina, independentemente das doses aplicadas de vinhaça, verificou-se que a abundância foi maior na época chuvosa, com predominância do grupo Hymenoptera (167 indivíduos), Diptera (13), Coleoptera (12), exceto, para o grupo taxonômico Coleoptera (15), no período seco, irrigado com água não salina. Observou-se ainda que embora o número total de indivíduos na época chuvosa (208) seja superior aos indivíduos na época seca (174), se constata que o aumento das doses de potássio oriundas da vinhaça na época chuvosa, promoveu uma diminuição do número de indivíduos, ocorrendo tendência semelhante na época seca. Embora a umidade do solo contribua para o aumento da macrofauna edáfica, o aumento da dose de vinhaça pode ter provocado a acidez do solo e com isso, a transferência dos insetos para outras áreas, onde resultou menor captura nas armadilhas.

Nos tratamentos com água salina nas épocas estudadas, nas doses de potássio de 0, 15 e 30 mg L⁻¹, liberadas pela vinhaça, verifica-se predominância de indivíduos na época chuvosa (154) em relação a época seca (119). Observou-se também que nas épocas avaliadas ocorreu a dominância do grupo Hymenoptera, independente das doses de potássio aplicadas e do tipo de água utilizada para irrigação. Comparativamente ao número

total de indivíduos no solo com biofertilizante bovino, sob irrigação com água salina, percebe-se também superioridade do grupo Hymenoptera na época chuvosa (161) e seca (149) em relação aos tratamentos com vinhaça.

A predominância do grupo Hymenoptera foi também observada por Gondim et al. (2010) ao avaliarem o uso de biofertilizante bovino e salinidade da água na diversidade da macrofauna edáfica, em pomar de maracujazeiro amarelo no município de Remígio, PB. Verifica-se ainda que em relação aos demais grupos faunísticos, no solo irrigado com água salina, a população total de indivíduos do grupo Hymenoptera foi maior na época chuvosa (123) e seca (102). Possivelmente, isso seja devido o estresse de sais provocado pela salinidade da água de irrigação, e, conseqüentemente, os indivíduos do grupo Hymenoptera ascenderam à superfície do solo e foram capturados pelas armadilhas. Comparativamente, verifica-se que sob irrigação com água não salina, o número total de indivíduos desse grupo nas épocas chuvosa (167) e seca (150), foi superior aos dos tratamentos irrigados com água salina, e isso se deve, em maior parte, aos baixos teores de sais da água.

Independentemente das doses de potássio e do tipo de água utilizada na irrigação, se constata na Tabela 16 predominância dos indivíduos na época chuvosa (363) em relação a época seca (293). A maior população foi registrada na época chuvosa (208) e seca (174), no solo irrigado com água não salina. A umidade e o teor mais elevado de matéria orgânica existente na vinhaça em relação ao biofertilizante bovino pode ter contribuído para o aumento de novos habitats favoráveis à colonização dos organismos invertebrados.

Ainda na Tabela 16, independentemente dos tipos de água para irrigação, épocas de avaliação (seca e chuvosa) e doses de potássio (0, 15 e 30 mg L⁻¹), oriundas da vinhaça, a riqueza de espécies foi superior no período chuvoso, sob irrigação com água salina (8 grupos).

Pode-se verificar na Tabela 17 que as condições de temperatura e umidade do solo, na época chuvosa, possivelmente tenham favorecido o aumento da população de indivíduos e maior riqueza em grupos. Segundo Araújo (2010) a variação da diversidade e a riqueza de grupos são mais elevadas na época chuvosa e que os grupos taxonômicos da macrofauna do solo tendem a aumentar devido a uma maior disponibilidade de alimentos.

Tabela 17. Número de indivíduos da macrofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Variáveis analisadas	Água não salina		Água salina	
	Época seca	Época chuvosa	Época seca	Época chuvosa
Número de indivíduos	174	208	119	155
Precipitação pluvial (mm)	0	11	0	11
Conteúdo de água do solo (%)	6,2	15,1	7,44	17,2
Temperatura a 20 cm (°C)	32,1	26,7	30,9	26,8

4.1.4.2.1 Índice de Diversidade de Shannon (H) e Uniformidade de Pielou (e) para macrofauna em ambiente com vinhaça

O índice de Shannon para ambas as épocas, foi de 0,05, na dose 30 mg L⁻¹. Já nos tratamentos irrigados com água salina, foi de 0,01, na época seca, na dose 15 mg L⁻¹, enquanto, na época chuvosa, o menor valor foi de 0,05, na dose 0 mg L⁻¹. Possivelmente o aumento das doses de vinhaça, tenha elevado o teor na oferta de matéria orgânica e, conseqüentemente, aumentou o conteúdo de água do solo, com conseqüente aumento de alimentos para os organismos, resultando em maior concentração da população para coleta dos organismos. Nesse caso, a maior dominância do grupo Hymenoptera em detrimento dos outros, decorre em virtude do maior número de indivíduos nos tratamentos estudados.

Verifica-se na Tabela 18 que o grupo faunístico Hymenoptera apresentou o menor índice de diversidade.

Tabela 18. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Hymenoptera	0,06	0,08	0,05	0,17	0,06	0,05	0,13	0,01	0,30	0,05	0,12	0,11
Diptera	0	0	0	0,82	0	1,70	0	0	0	0	0	1,52
Coleoptera	1,10	0,77	1,70	1,00	1,40	1,70	1,4	1,6	0,55	1,15	1,52	0,85
Araneae	1,30	0	1,22	1,40	1,15	1,22	0,90	0	0,77	0	0,74	0
Orthoptera	0	0	1,40	0	0	0	1,08	0	1,22	1,70	2,0	1,52
Hemiptera	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embioptera	0	0	0	1,70	0	0	0	0	0	0	2,0	0
Chilopoda	0	0	0	2,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0
L. Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,52
Total	2,46	0,85	4,37	9,09	4,61	4,67	3,51	1,61	2,84	2,90	6,38	5,52

Ao comparar a média total dos grupos referentes as doses de potássio (0, 15 e 30 mg L⁻¹), oriundos do biofertilizante e vinhaça, respectivamente, constatam-se valores inferiores aos tratamentos com biofertilizante em ambas as épocas (seca = 2,43) e (chuvosa = 5,38) em relação a vinhaça nas diferentes épocas (seca = 2,56) e (chuvosa = 6,12), irrigados com água não salina. Comparativamente aos tratamentos, irrigados com água salina, na época seca, verifica-se que a média total das doses de potássio, referentes ao índice de Shannon com biofertilizante bovino foi de (2,93), enquanto, com vinhaça foi de (2,65). Já na época chuvosa, a menor diversidade foi verificada com biofertilizante (4,61) em relação à vinhaça (4,93).

Ao comparar a menor média na diversidade dos grupos faunísticos de Shannon nos tratamentos com biofertilizante e vinhaça, possivelmente, tenha sido devido ao maior volume de biofertilizante aplicado e com isso manteve o solo mais úmido.

Os índices de Pielou (e) expressam coerência dos valores em relação aos índices de Shannon (Tabela 19). Verifica-se nos tratamentos irrigados com água não salina, que o grupo Hymenoptera apresentou menor uniformidade em qualquer dose de potássio e épocas avaliadas, sendo a dose 30 mg L⁻¹, a que proporcionou menor uniformidade. Como o índice de Shannon (H) revelou maior dominância do grupo Hymenoptera em detrimento aos demais, o índice de Pielou (e) ou a uniformidade deve se assemelhar aos valores de dominância ou diversidade de Shannon.

Tabela 19. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, no solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Hymenoptera	0,06	0,08	0,05	0,18	0,06	0,05	0,13	0,01	0,31	0,05	0,13	0,12
Diptera	0	0	0	0,86	0	1,78	0	0	0	0	0	1,59
Coleoptera	1,15	0,81	1,78	1,05	1,47	1,78	1,46	1,67	0,58	1,21	1,59	0,89
Araneae	1,36	0	1,28	1,47	1,21	1,28	0,94	0	0,81	0	0,78	0
Orthoptera	0	0	1,47	0	0	0	1,13	0	1,28	1,78	2,10	1,59
Hemiptera	0	0	0	2,10	0	0	0	0	0	0	0	0
Embioptera	0	0	0	1,78	0	0	0	0	0	0	2,10	0
Chilopoda	0	0	0	2,10	2,10	0	0	0	0	1,78	2,10	0
L. Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,59
Total	2,57	0,89	4,58	9,54	4,84	4,89	3,66	1,68	2,98	3,04	6,70	5,78

No caso dos tratamentos onde se utilizou água salina, nas diferentes doses de potássio, oriundas da aplicação de vinhaça, verificam-se resultados predominantes do

grupo Hymenoptera, onde a menor equitabilidade referiu-se às doses 15 e 0 mg L⁻¹, nas épocas seca e chuvosa, respectivamente.

Já o índice de uniformidade de Pielou calculado para os tratamentos onde se utilizou vinhaça, irrigado com água não salina, obtiveram-se as médias totais dos grupos faunísticos na época seca de (2,68) e chuvosa (6,41) e no solo sob irrigação com água salina foi de (2,77) e (5,17), respectivamente. Observa-se ainda, para qualquer tipo de água, que a uniformidade de Pielou na época chuvosa foi superior a época seca, evidenciando maior diversidade e, conseqüentemente, menor dominância de alguns grupos em relação a outros.

Os resultados do índice de Pielou obtidos no solo com biofertilizante bovino, o índice de Pielou apresentou tendência semelhante ao de vinhaça, porém, caracterizou na época seca, média total de grupos faunístico de 2,54 e chuvosa 6,55, sob irrigação com água não salina, enquanto, nos tratamentos irrigados com água salina, os valores referentes a época seca e chuvosa, foram respectivamente, 3,80 e 4,83. Comparativamente, os tratamentos com vinhaça nas épocas seca e chuvosa, independente do tipo de água utilizada e doses de potássio, apresentaram média total de grupos faunístico superiores aos dos tratamentos com biofertilizante. A superioridade pode ter sido resultado do maior teor de matéria orgânica contida na vinhaça em relação ao biofertilizante.

4.1.5 Avaliação da mesofauna do solo

4.1.5.1 Efeito da aplicação de biofertilizante bovino na mesofauna edáfica

Na Tabela 20 encontra-se os representantes por ordem taxonômica coletados, no solo com biofertilizante para suprimento de potássio, nas doses 0, 15 e 30 mg L⁻¹, sob irrigação com água salina e não salina, nas épocas seca e chuvosa, totalizando 369 organismos. Pela ordem decrescente, constata-se a marcante superioridade do grupo Acarina com 90,8%, seguido do Symphyla (3,8%), Psocoptera (1,9%), Collembola (1,4%), Chilopoda (1,4%), Larva de Diptera (0,5%) e 0,3% ao grupo Protura. Verifica-se também a supremacia nos tratamentos irrigados com água não salina com 210 organismos sendo 37 e 173 indivíduos capturados na época seca e chuvosa, respectivamente. Já no solo irrigado com água não salina foram capturados 159 indivíduos, sendo 44 e 115 registrados nas épocas seca e chuvosa, respectivamente. Essa tendência de distribuição total de indivíduos da mesofauna está em consonância com Souto et al. (2008), como grupos dominantes e Araújo et al.

(2009) ao concluírem que o aumento da pluviosidade na época chuvosa estimula a produção de organismos da fauna edáfica, em relação a época da estiagem.

Tabela 20. Total de indivíduos por ordem taxonômica na época seca e chuvosa, no solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Ordem taxonômica	Água não salina								Água salina							
	Época seca				Época chuvosa				Época seca				Época chuvosa			
	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t
Nome	Indivíduo amostra ⁻¹															
Acarina	10	8	12	30	35	86	49	170	7	26	3	36	20	55	24	99
Collembola	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	3	0	1	0	1
Chilopoda	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0
Psocoptera	3	1	0	4	0	0	1	1	0	2	0	2	0	0	0	0
Larva diptera	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Protura	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	14
Total	13	9	15	37	36	87	50	173	9	30	5	44	20	71	24	115

t = total nas três parcelas referentes às doses de potássio de 0, 15 e 30 mg kg⁻¹.

Dentre os grupos taxonômicos coletados (Tabela 20), observa-se que, independente da qualidade da água de irrigação, das épocas estudadas e doses de potássio oriundas do biofertilizante bovino, a ordem Acarina foi a que apresentou maior representação com 335 indivíduos, seguida da ordem Symphyla com 14, Psocoptera com 7, Collembola e Chilopoda com 5 cada, Larva de diptera com 2 e Protura com apenas um indivíduo.

Observa-se ainda na Tabela 20 que a abundância foi superior na época chuvosa (170 indivíduos), com predominância da ordem Acarina, totalizando 200 indivíduos. Os grupos taxonômicos Psocoptera (4) e Chilopoda (2), na época seca, apresentaram valores superiores aos demais grupos em relação a época chuvosa. Verificou-se ainda que a maior captura de insetos da mesofauna do solo, na época seca, foi na dose 30 mg L⁻¹ e na época chuvosa foi na dose 15 mg L⁻¹.

No caso dos tratamentos irrigados com água salina, verifica-se um maior número de indivíduos, na época chuvosa (99), comparado a época seca (36), sendo o grupo dominante, o grupo Acarina. Nos tratamentos irrigados com água não salina, verifica-se predominância do grupo Acarina, na época chuvosa (170), enquanto, na época seca com valores de 30 indivíduos. Os resultados estão compatíveis com Rodrigues et al. (2009), Souto et al. (2009) e Araújo et al. (2009) aos constatarem a predominância do grupo Acarina, nos períodos seco e chuvoso no semiárido da Paraíba.

Ao comparar os tratamentos irrigados com água não salina e salina nas diferentes doses de potássio, oriundas do biofertilizante bovino, se percebe que o maior número de

indivíduos coletados foi na época chuvosa (288), com decréscimo na época seca para 81 indivíduos, respectivamente.

Pela Tabela 20, verifica-se que a população capturada nos tratamentos sob irrigação com água não salina na época seca foi de 37 indivíduos e, portanto, inferior aos 44 indivíduos capturados na época chuvosa, sob irrigação com água salina. Para Souto et al. (2008) esse declínio populacional da mesofauna em épocas áridas resulta da diminuição da oferta de alimentos, o que limita a existência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento, bem como das temperaturas mais elevadas do solo.

A riqueza de grupos taxonômicos foi igual com quatro grupos taxonômicos nas épocas estudadas, no solo irrigado com qualquer tipo de água e doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino. Embora a riqueza de grupos tenha sido a mesma nas épocas estudadas, se constata predominância da população total de 173 indivíduos na época chuvosa, nos tratamentos com água não salina e 115 na mesma época, irrigado com água salina. Possivelmente, essa superioridade seja atribuída às condições mais adequadas de umidade do solo e temperatura do solo, na época chuvosa, em relação a época seca (Tabela 21). Nesse sentido, Fernandes et al. (2009) afirmam que os meses de maior pluviosidade favorecem o aumento da comunidade da mesofauna edáfica. Essa observação está em consonância com Rovedder et al. (2004) ao concluírem que a sazonalidade pluvial contribui para afeta o desempenho das populações da mesofauna edáfica, devido a água constituir o principal fator limitante para sua atividade.

Tabela 21. Número de indivíduos da mesofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com biofertilizante bovino, sob irrigação com água não salina e salina

Variáveis analisadas	Água não salina		Água salina	
	Época seca	Época chuvosa	Época seca	Época chuvosa
Número de indivíduos	37	173	44	115
Precipitação pluvial (mm)	0	11	0	11
Conteúdo de água do solo (%)	7,15	16,03	7,6	19,2
Temperatura a 20 cm (°C)	33,2	27,5	32,0	26,3

Os conteúdos de água do solo apresentaram valores superiores e temperaturas mais baixas a 20 cm de profundidade durante a época chuvosa em relação a época seca, independentemente do tipo de água e, conseqüentemente, o número de indivíduos foram superiores à época chuvosa.

4.1.5.1.1 Índice de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) para a mesofauna, em ambiente com biofertilizante bovino

Pode-se observar na Tabela 22 que a ordem taxonômica Acarina apresentou o menor índice de diversidade de Shannon em relação aos demais grupos, independente do tipo de água, época avaliada (seca e chuvosa) e doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino.

Tabela 22. Índice de Diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Ordem taxonômica	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Acarina	0,11	0,05	0,10	0,01	0,01	0,01	0,11	0,06	0,22	0	0,11	0
Collembola	0	0	0	1,52	0	0	0,95	1,48	0,70	0	2,0	0
Chilopoda	0	0	0,89	0	0	0	0,95	1,48	0,70	0	0	0
Psocoptera	0,64	0,96	0	0	0	1,70	0	1,18	0	0	0	0
Larva diptera	0	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	2,0	0
Protura	0	0	1,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,70	0
Total	0,75	1,01	2,14	1,53	2,01	1,71	2,01	4,2	1,62	0	4,81	0

Com relação à diversidade apresentada na época chuvosa, sob irrigação dos tratamentos com água não salina, verifica-se que não houve diferença entre os valores nas diferentes doses de potássio. Comparativamente a época seca, irrigado com água não salina, verifica-se que o índice de diversidade na época chuvosa foi menor em relação a época seca, isso reflete a predominância de um determinado grupo em relação a outros. Isto pode ter ocorrido provavelmente pelo volume de biofertilizante aplicado nos tratamentos de acordo com as doses de potássio, promovendo um conteúdo maior de água no solo favorável para os organismos do solo e crescimento da vegetação, favorecendo o estabelecimento e o desenvolvimento da mesofauna do solo.

Araújo et al. (2009) verificaram resultados semelhantes ao trabalho realizado, onde o maior número de indivíduos deu-se com o grupo Acarina na época chuvosa, refletindo em uma menor diversidade representada pelo índice de Shannon, em estudo realizado sobre a influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semi árido da Paraíba.

Analisando a diversidade da mesofauna edáfica irrigado com água salina, na época seca e chuvosa, independente das doses de potássio aplicadas nos tratamentos, constata-se

que o grupo acarina obteve o menor índice de diversidade de Shannon (0,06), na dose 15 mg L⁻¹. Com relação a aplicação de biofertilizante bovino, na época seca, sob irrigação com água salina, verifica-se que o mesmo apresentou um número de 3 grupos taxonômicos, na dose 0 mg L⁻¹, sendo o mais predominante Acarina (0,11), seguida de Collembola (0,96) e Chilopoda (0,96). Na dose 15 mg L⁻¹, houve uma maior dominância de grupos com valores correspondentes a 4 grupos, sendo os mais representativos os grupos Acarina (0,06) e Psocoptera (1,18), seguida, dos grupos Collembola (1,48) e Chilopoda (1,48), e na dose 30 mg L⁻¹, verifica-se predominância do grupo Acarina (0,22), e dos grupos Collembola e Chilopoda com (0,70) cada.

Já na época chuvosa, irrigado com água salina, nas doses 0 e 30 mg L⁻¹, pode-se observar que não houve presença de grupos taxonômicos e conseqüentemente o índice de Shannon foi igual a zero (0), enquanto, na dose 15 mg L⁻¹, os grupos Acarina (0,11) e Symphyla (0,78) apresentaram menor diversidade, seguida, dos grupos Collembola e Larva de diptera com (2,0) cada. Nesse sentido, Heiler (1989) justifica que a diversidade da mesofauna de um determinado solo pode ser medida pelo número de espécies, pela abundância ou pela combinação desses componentes.

O índice de uniformidade de Pielou (e) é representado pela razão entre o índice de Shannon (H) e o log S, onde S, corresponde ao número de espécies ou grupos. Nesse caso, pode-se observar que os valores expressos na época seca e chuvosa, independente das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e do tipo de água para irrigação, o grupo taxonômico Acarina foi o que apresentou menor índice de equitabilidade em relação aos demais grupos (Tabela 23).

Tabela 23. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com biofertilizante, sob irrigação com água não salina e salina

Ordem taxonômica	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Acarina	0,13	0,06	0,12	0,01	0,01	0,01	0,13	0,07	0,26	0	0,13	0
Collembola	0	0	0	1,80	0	0	1,14	1,75	0,83	0	2,37	0
Chilopoda	0	0	1,05	0	0	0	1,14	1,75	0,83	0	0	0
Psocoptera	0,76	1,14	0	0	0	2,01	0	1,39	0	0	0	0
Larva diptera	0	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	2,37	0
Protura	0	0	1,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,83	0
Total	0,89	1,20	2,53	1,81	2,38	2,02	2,40	4,96	1,92	0	5,70	0

Constata-se ainda na Tabela 23 que os valores de Pielou (e) foram coerentes em relação ao índice de Shannon (H), na época chuvosa e seca, independente das doses aplicadas de potássio, irrigados com água não salina, caracterizando menor uniformidade do grupo Acarina. Nesse caso pode-se constatar que o índice de Shannon através do grupo Acarina, apresentou maior dominância sobre os demais, conseqüentemente, a uniformidade deve se assemelhar aos valores de dominância ou diversidade de Shannon.

Verifica-se ainda na Tabela 23, nas doses 0, 15 e 30 mg L⁻¹, irrigado com água não salina, na época seca, foram os seguintes: 2, 2 e 3 grupos taxonômicos. Na chuvosa, foram 2, 2 e 2 grupos. No caso dos tratamentos irrigados com água salina, na época seca, foram 3, 4 e 3 grupos, enquanto, na chuvosa foram 0, 4 e 0 grupos taxonômicos. Na época seca ocorreu uma maior dominância de grupos, independente do tipo de água para irrigação e doses aplicadas nos tratamentos em relação a época chuvosa, porém, a menor diversidade e uniformidade foram observadas na época chuvosa.

Comparativamente a época seca, irrigado com água não salina, nas diferentes doses de potássio, foram totalizados (7 grupos), enquanto, na mesma época, irrigado com água salina, foram (10 grupos). Por outro lado, Aquino e Correia (2010) afirmam que os adubos orgânicos apresentam benefícios sobre a fauna do solo pelo aporte de matéria orgânica e apresentar fonte potencial de alimento. Nesse sentido, Sousa et al. (2008) afirmaram que a salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina atenua a salinidade do solo e, possivelmente, deve ter favorecido um maior número de grupos taxonômicos.

4.1.5.2 Efeito da aplicação da vinhaça na mesofauna edáfica

Independentemente das épocas estudadas e tipos de água utilizadas para irrigação, no solo com vinhaça, verifica-se que a população total foi de 351 indivíduos (Tabela 24). A maior predominância foi o grupo Acarina (89,2%), seguido, respectivamente, dos grupos taxonômicos Chilopoda (4,3%), Collembola (2,6%), Psocoptera (2,0%), Diplura (1,1%), Symphyla (0,6%) e Diplopoda (0,3%).

Tabela 24. População total de indivíduos por grupo faunístico na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina								Água salina							
	Época seca				Época chuvosa				Época seca				Época chuvosa			
	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t	0	15	30	t
Nome	----- Individuo amostra ⁻¹ -----															
Acarina	19	15	4	38	61	25	25	111	9	5	8	22	56	35	51	142
Collembola	2	2	1	5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2
Chilopoda	0	6	2	8	0	0	0	0	1	4	2	7	0	0	0	0
Psocoptera	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	2	3	0	0	2	2
Diplura	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Diplopoda	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	23	23	8	54	63	27	26	116	11	10	13	34	57	37	53	147

t = total nas três parcelas referentes às doses de potássio de 0, 15 e 30 mg kg⁻¹.

Nos tratamentos irrigados com água não salina, na época seca e chuvosa, os números totais de indivíduos foram de 54 e 116 indivíduos, enquanto, nos tratamentos irrigados com água salina, os valores foram de 34 e 147 indivíduos, respectivamente. Verifica-se ainda que independente das doses de potássio e das épocas estudadas, o número total de indivíduos irrigados com água salina (181) foram superiores aos tratamentos com água não salina (170).

Independentemente das doses de potássio e do tipo de água, a coleta de indivíduos foi superior na época chuvosa (263) em relação a época seca com 88 indivíduos. Pode-se observar ainda que a distribuição dos indivíduos, nos tratamentos irrigados com água não salina, na época seca e chuvosa, foi de cinco grupos cada, enquanto, nos tratamentos com água salina, foi representado por cinco e quatro grupos, respectivamente. Provavelmente, isso se deve aos valores mais elevados de precipitação, conteúdo de água do solo e baixas temperaturas ocorrido na época chuvosa em relação a época seca.

Pelos resultados da Tabela 24 os tratamentos irrigados com água salina proporcionaram maior população na época chuvosa em relação a época seca com 147 e 34 indivíduos, respectivamente. Observa-se ainda que na época chuvosa, independente das doses de potássio, oriundas da vinhaça, no solo irrigado com água salina, o grupo mais predominante foi Acarina com 142 indivíduos, seguido, dos grupos Collembola (2), Psocoptera (2) e Symphyla com apenas um (1) representante. Já na época seca, ocorre também dominância do grupo Acarina (22), Chilopoda (7), Psocoptera (3), Collembolla (1) e Diplura com um indivíduo. Esses resultados estão em acordo com os apresentados por

Araújo et al. (2009) e Souto et al. (2009) ao registrarem também predominância do grupo Acarina no semiárido da Paraíba.

Ao comparar os dados referentes aos tratamentos irrigados com água não salina e salina nas distintas doses de potássio, verifica-se que o número total de indivíduos coletados foi superior na época chuvosa em relação a época seca, apresentando 263 e 88 indivíduos, respectivamente.

Pode-se observar ainda na Tabela 24 que o total dos grupos faunísticos, na época seca, irrigados com água não salina (54), apresentaram valores superiores em comparação aos tratamentos com água salina (34). Já na época chuvosa, o número de grupos, nos tratamentos irrigados com água salina foram superiores em relação a água não salina. Possivelmente, esse fato deve ter ocorrido devido a lixiviação dos sais de sódio, na época de maior precipitação. Nesse sentido, Souto et al. (2008) afirmam que o decréscimo da população da mesofauna em época seca resulta da diminuição na oferta de alimento, o que limita a existência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento, bem como das temperaturas mais elevadas do solo.

Pelos dados apresentados na Tabela 25, verifica-se que as condições mais adequadas de água no solo na época chuvosa (17,2%), sob irrigação com água salina, em detrimento a época irrigado com água não salina (15,1%), além da temperatura mais baixa utilizando os mesmos tipos de água, em relação a época seca, favoreceu um maior número de indivíduos. Nesse sentido, Rovedder et al. (2004) e Fernandes et al. (2009) afirmam que os meses de maior regime hídrico do solo afetam positivamente as populações de indivíduos e, conseqüentemente, favorecem ao aumento da comunidade da mesofauna do solo.

Tabela 25. Número de indivíduos da mesofauna edáfica, precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura a 20 cm de profundidade do solo (°C), registrados nas duas épocas de avaliação, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Variáveis analisadas	Água não salina		Água salina	
	Época seca	Época chuvosa	Época seca	Época chuvosa
Número de indivíduos	54	116	34	147
Precipitação pluvial (mm)	0	11	0	11
Conteúdo de água do solo (%)	6,2	15,1	7,44	17,2
Temperatura a 20 cm (°C)	32,1	26,7	30,9	26,8

Verifica-se na Tabela 25 que o número de indivíduos da mesofauna do solo, na época seca (54 e 34), irrigados com água não salina e salina, foi inferior a época chuvosa, irrigado com o mesmo tipo de água, isto ocorre provavelmente devido os baixos valores do

conteúdo de água e maior valor de temperatura do solo, em relação a época chuvosa. Bandeira e Harada (1998) concluem que a fauna edáfica migra da superfície para as camadas mais profundas principalmente quando o solo está com deficiência de água e retorna à superfície, quando a umidade é restabelecida.

4.1.5.2.1 Índice de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) para mesofauna, em ambiente com vinhaça

Independentemente do tipo de água utilizada para irrigação, épocas avaliadas e doses de potássio, o grupo Acarina apresentou o menor índice de diversidade de Shannon em relação aos demais (Tabela 26). Para Begon et al. (1996) a maior população de indivíduos de um determinado grupo ou grupos em detrimento de outros, promove redução na diversidade de Shannon.

Tabela 26. Índice de diversidade de Shannon (H), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Acarina	0,08	0,19	0,30	0,01	0,03	0,02	0,09	0,30	0,21	0,01	0,02	0,01
Collembola	1,05	1,05	0,89	0	1,40	0	0	1,0	0	1,70	1,50	0
Chilopoda	0	0,59	0,60	0	0	0	1,05	0,40	0,82	0	0	0
Psocoptera	0	0	0	1,70	1,40	0	1,05	0	0,82	0	0	1,40
Diplura	1,05	0	0	0	0	1,40	0	0	1,10	0	0	0
Diplopoda	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	1,70	0	0	0	0	0	0	1,50	0
Total	2,18	1,83	2,68	3,41	2,83	1,42	2,19	1,70	2,95	1,71	3,02	1,41

No solo irrigado com água não salina, na época seca e chuvosa, houve dominância de 3, 3, 4 e 3, 3 e 2 grupos faunísticos, nas doses 0, 15 e 30 mg L⁻¹, respectivamente. Já nos tratamentos irrigados com água salina, observa-se que o número de grupos, na época seca, foram de 3, 3, 4 e na época chuvosa de 2, 3 e 2, respectivamente. Ao comparar os tratamentos irrigados com água não salina e salina, independente das épocas estudadas e doses de potássio, verifica-se que o índice de diversidade de Shannon apresentou valores inferiores na época chuvosa em relação a época seca. Essa situação caracteriza a dominância de um grupo ou grupos em detrimento a outros, reduzindo a sua diversidade.

Esses valores estão em acordo com Araújo et al. (2009) ao registrarem também resultados semelhantes, em que o maior número de coleta de indivíduos ocorreu na época

chuvosa, refletindo-se em uma menor diversidade, como verificado para o grupo Acarina. Esse comportamento pode ser em virtude da vinhaça apresentar valores elevados de matéria orgânica e, conseqüentemente, possibilita condições para uma maior população e maior coleta de indivíduos, resultando em baixos valores de Shannon e Pielou. Nesse sentido, Aquino e Correia (2010) afirmam que os adubos orgânicos atuam positivamente no aumento da população da mesofauna do solo pelo aporte de matéria orgânica como fonte potencial de alimento.

De acordo com a Tabela 27, constata-se coerência dos valores de Pielou com Shannon, onde a época chuvosa em relação a época seca, independente do tipo de água e doses de potássio, oriundos da vinhaça, apresentou menor índice de uniformidade em relação aos demais grupos taxonômicos. Nesse caso, nota-se que o índice de Shannon referente ao grupo Acarina, foi dominante sobre os demais.

Tabela 27. Índice de Uniformidade de Pielou (e), na época seca e chuvosa, num solo com vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Grupo faunístico	Água não salina						Água salina					
	Época seca			Época chuvosa			Época seca			Época chuvosa		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Acarina	0,09	0,22	0,36	0,01	0,04	0,02	0,11	0,36	0,25	0,01	0,02	0,01
Collembola	1,24	1,24	1,05	0	1,66	0	0	1,18	0	2,01	1,78	0
Chilopoda	0	0,70	0,71	0	0	0	1,24	0,47	0,97	0	0	0
Psocoptera	0	0	0	2,01	1,66	0	1,24	0	0,97	0	0	1,66
Diplura	1,24	0	0	0	0	1,66	0	0	1,30	0	0	0
Diplopoda	0	0	1,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Symphyla	0	0	0	2,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,57	2,16	3,17	4,03	3,36	1,68	2,59	2,01	3,49	2,02	3,78	1,67

4.2 Avaliação do Crescimento das Plantas

Pelos resumos das análises de variância (Tabelas 9 anexo), exceto para a idade das plantas bem como a interação entre água e idade, o diâmetro caulinar não respondeu aos efeitos das demais fontes de variação. Quanto ao crescimento avaliados pelo período da poda da haste principal e área foliar constataram interferência da interação água e insumos e doses de potássio (Tabela 10 em anexo).

De acordo com a Figura 33, o diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo aumentou em função dos tratamentos atingindo valores máximos de 16 e 18 mm, aos 300 dias após o transplântio nas plantas irrigadas com água salina e não salina, respectivamente.

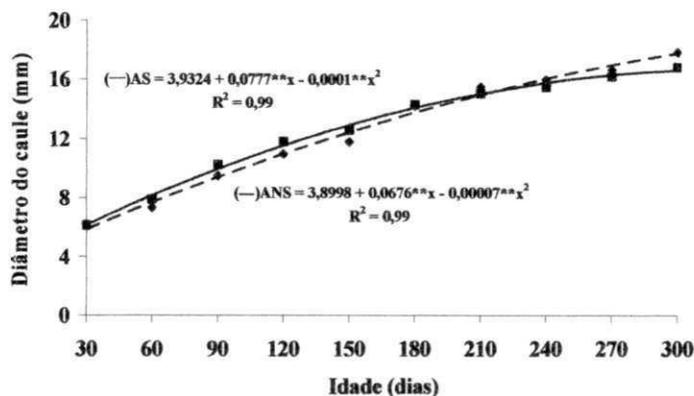


Figura 33. Diâmetro do caule, em função da idade das plantas (dias) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—)

A ausência de significância de biofertilizante para essa variável na mesma cultura estudada também foi registrada por Rodrigues (2007) e Rodolfo Junior et al. (2008) para a aplicação de biofertilizante supermagro e comum, respectivamente. Os resultados obtidos de 20,21 mm, superam o valor médio 12,04 mm contido em Cavalcante et al. (2007) aos 210 dias em maracujazeiro amarelo. Entretanto, são inferiores aos 24,1 mm obtidos por Campos et al. (2008) em maracujazeiro de mesma idade. Os dados diferiram dos obtidos por Nascimento (2010), ao constatar maiores diâmetros caulinares de 20,31 mm a 27,94 mm, sob irrigação com água não salina e salina, respectivamente.

Nos tratamentos com biofertilizante bovino, os valores em função da qualidade da água apresentaram tendências divergentes, onde a água não salina com o aumento das doses de potássio, estimulou o crescimento uma vez que o período do plantio à poda foi reduzido até 15 mg L⁻¹, sendo o maior valor de período da poda da haste principal obtido sem aplicação de biofertilizante bovino (Figura 34A). Em relação à água salina, o aumento das doses até a dose máxima estimada de 16,04 mg L⁻¹, resultou num período da poda da haste principal estimado de 48 dias.

A interação vinhaça e água não salina inibiu o crescimento das plantas expresso pelo retardamento do plantio à da poda da haste principal, proporcionando o maior valor dessa variável de 48 dias na maior dose de potássio (Figura 34B). Para os valores de água salina, a variável aumentou até a dose estimada de 15,34 mg L⁻¹, conferindo um período da poda da haste principal de 46 dias.

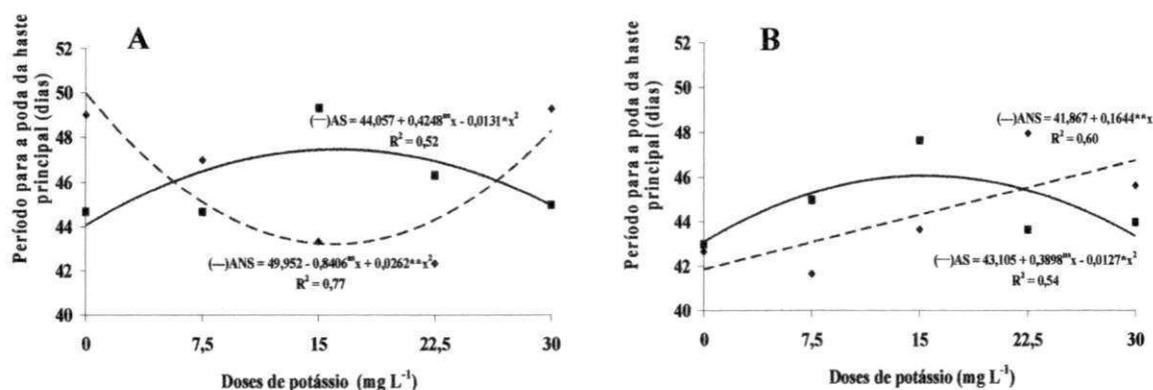


Figura 34. Período do plantio à poda da haste principal de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B), sob irrigação com água não salina (---) e salina (—)

A tendência dos dados concernentes ao biofertilizante bovino e água não salina encontra-se de acordo com os observados por Campos et al. (2008) ao concluírem que a presença de biofertilizante antecipou a poda da haste principal e dos ramos laterais do maracujazeiro amarelo. No entanto, Rodrigues (2007) e Cavalcante et al. (2007) não perceberam efeitos significativos de doses de biofertilizante comum sobre o período do plantio à poda da haste principal do maracujazeiro amarelo, mas registraram variações entre 50,22 e 57,31 e entre 59 e 63 dias, respectivamente. Independente dos tipos de insumos e da qualidade da água, todas as plantas do experimento foram podadas antes do intervalo citado por Dantas (2003), o qual é de 70 a 90 dias após o transplante em sistema convencional.

A área foliar do maracujazeiro amarelo sofreu interferência estatística da interação doses e insumos e água (Figura 35). Nos tratamentos com biofertilizante e água não salina, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático, com valor médio de 2.540,9 cm² planta⁻¹. Quando irrigado com água salina, a área foliar apresentou tendência quadrática com maior valor de área foliar de 3.294,27 cm² na dose de potássio estimada de 16,02 mg L⁻¹ (Figura 35A). Em relação às plantas tratadas com vinhaça, ocorreu superioridade da variável em apreço quando se utilizou água salina na irrigação (Figura 35B), exceto na testemunha. Com a água de qualidade inferior, a maior dose de potássio estimada de 20,44 mg L⁻¹, conferiu uma área foliar máxima estimada de 3.966,65 cm². Para os tratamentos com água sem riscos de salinização (não salina) o maior valor foi verificado na testemunha (3.203,8 cm²).

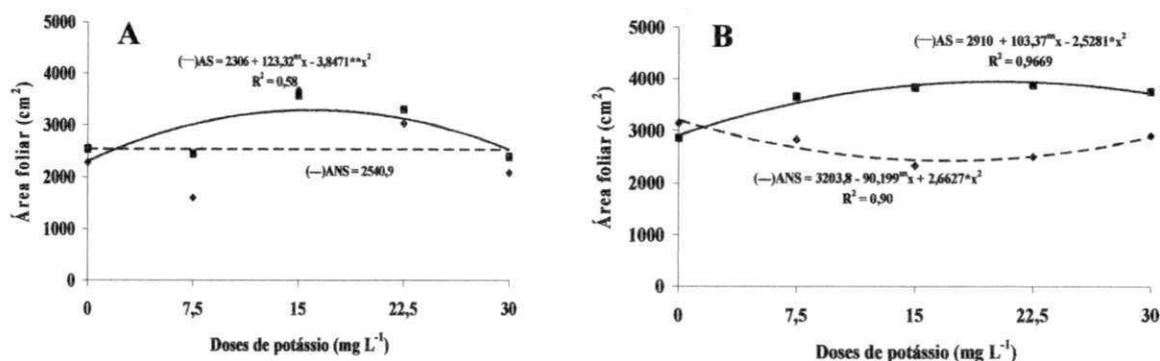


Figura 35. Área foliar do maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B), sob irrigação com água não salina (---) e salina (—)

Sob condições de estresse salino da água de irrigação, Sousa et al. (2008), obtiveram resultados divergentes do trabalho em questão, onde, o aumento da salinidade da água reduziu expressivamente a área foliar. Essa situação parece incoerente ao admitir, conforme Soares et al. (2002) e Larcher (2004), que, perdas no crescimento foliar, resultam em perdas da eficiência fotossintética com reflexos negativos na produção de solutos orgânicos, desequilíbrio na absorção de água e nutriente e translocação de elementos essenciais das raízes para os demais órgãos das plantas.

Segundo Sousa (2006), o biofertilizante promove ação positiva na redução dos efeitos adversos da salinidade ao crescimento foliar de mudas do maracujazeiro amarelo; essa tendência também foi observada por Cavalcante et al. (2010) a goiabeira Paluma e por Campos e Cavalcante (2009) em pimentão cv. All Big, irrigados com águas salinas em solo com biofertilizante

A superioridade dos valores da vinhaça, em comparação ao biofertilizante, deve-se aos maiores teores dos elementos N e K encontrados na vinhaça, proporcionando maior divisão e expansão celular e conseqüentemente maior área foliar.

O crescimento das plantas avaliado com base no número de ramos produtivos (NRP) foi influenciado pelas interações: idade das plantas e insumos e insumos e doses (Tabela 11 anexo). Os valores dos tratamentos com vinhaça nas diferentes idades das plantas não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, resultando num valor médio de 22,56 ramos. Nos tratamentos com biofertilizante bovino, basicamente não registrou-se diferenças, sendo o maior valor 23,01 ramos produtivos, obtido aos 210 dias após o plantio (Figura 36A). As doses de potássio provenientes do biofertilizante bovino e vinhaça proporcionaram tendências divergentes em relação ao número de ramos produtivos. Os

dados relativos ao biofertilizante não ajustaram-se a nenhum modelo de regressão, gerando um valor médio de 22,56 ramos. O aumento das doses de potássio oriundas da vinhaça resultou num decréscimo no NRP até a dose mínima estimada de 19,9 mg L⁻¹ de K, onde o maior valor dessa variável foi constatado na ausência de potássio, com 26,22 ramos produtivos (Figura 36B). De acordo com Malavolta (2006) a absorção de potássio varia de acordo com os fatores internos e externos das plantas. Nesse caso os fatores externos assim como: concentração alta de potássio, cálcio e magnésio na solução do solo, além da temperatura e umidade do solo adequada, tenham promovido uma redução na absorção desse elemento. Com relação ao suprimento de potássio para as plantas, deve-se salientar, porém, que se a aplicação de potássio no solo for elevada e continua poderá ocorrer o “consumo de luxo”, interferindo assim na absorção e disponibilidade fisiológica de outros nutrientes às plantas.

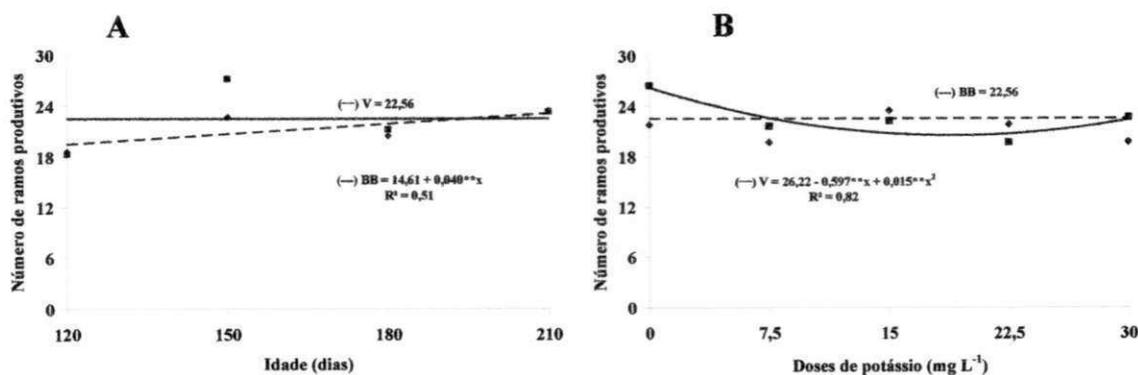


Figura 36. Número de ramos produtivos do maracujazeiro amarelo, em função da idade das plantas (A) e das doses de potássio (B) oriundos do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—)

Essa resposta ao número de ramos produtivos do maracujazeiro amarelo também foi verificada por Campos et al. (2008), ao afirmar em que o biofertilizante bovino proporcionou uma superioridade de 29,35% do NRP em relação ao tratamento na ausência do insumo orgânico. Os dados do trabalho em apreço apresentaram maiores valores de NRP quando comparado aos 14,1 ramos produtivos em plantas submetidas à biofertilização em covas na proporção de 1:4 diluído em água (Campos et al. 2008), aos 20 ramos planta⁻¹ sob cultivo convencional do maracujazeiro amarelo (Santos, 2004), porém inferiores aos 30 ramos de maracujá amarelo em solo adubado com esterco líquido fermentado na proporção 1:1 aos 180 dias após o plantio (Cavalcante et al., 2007). O efeito benéfico do biofertilizante bovino sobre essa variável está associado ao estímulo do insumo na produção de solutos orgânicos, ácidos nucléicos, proteínas (Vessey, 2003), além

do fornecimento de substâncias húmicas que contribuem para o crescimento vegetal (Lag Reid et al., 1999).

4.3 Componentes de Produção

De acordo com o resumo das análises de variância (Tabelas 12 anexo), o número de frutos por planta e a massa média de frutos (MMF) sofreram efeitos significativos ($p \geq 1\%$) da interação tipo de água e insumos orgânicos e doses.

Os números de frutos colhidos, independentemente dos tipos de insumos e das águas, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 37). Da mesma forma como o biofertilizante (Figura 37A), as plantas dos tratamentos com vinhaça produziram mais frutos quando irrigadas com água salina, sendo que a vinhaça resultou, numericamente, em maior colheita de frutos (Figura 37B). O número de frutos por planta variou entre 26 a 29 unidades nas plantas dos tratamentos com biofertilizante sob irrigação com água não salina e vinhaça irrigadas com água salina. Rodolfo Junior et al. (2008) trabalhando com biofertilizante puro e NPK, Rodrigues et al. (2009) com supermagro e potássio e Diniz (2009) com biofertilizante e N, obtiveram valores expressivamente superiores de 86,7, 137,9 e 192,9 frutos planta⁻¹ em plantas da mesma cultura irrigados com água de boa qualidade. A marcante superioridade pode ser resposta do curto período de colheita, apenas referente a uma safra, comparados aos de duas colheitas dos supracitados autores.

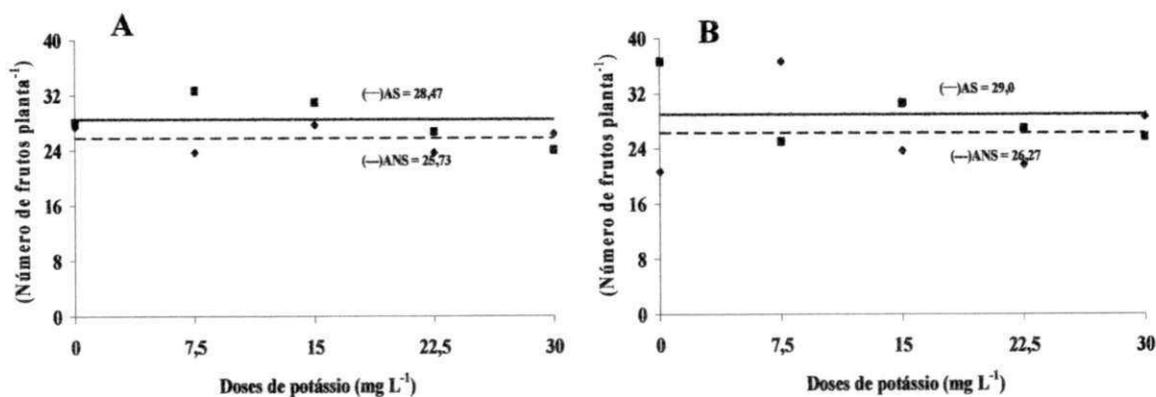


Figura 37. Número de frutos por planta de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—)

A massa média dos frutos (Figura 38) apresentou tendência divergente quando comparado aos insumos aplicados. Nos tratamentos com biofertilizante,

independentemente da qualidade da água, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valores médios de 180,36 e 189,61 g fruto⁻¹ quando irrigados com água salina e não salina, respectivamente (Figura 38A). Nos tratamentos com vinhaça e água não salina o aumento das doses do insumo provocou perda de 4,44 g fruto⁻¹ para cada incremento de 7,5 mg L⁻¹ de potássio oriundo da vinhaça. Entretanto, apesar dessa inconveniência a maior massa dos frutos foi registrada nos tratamentos com vinhaça e água não salina (298,76 g), com uma superioridade de 80,52% em relação aos tratamentos com maior dose de potássio (165,49 g). As plantas irrigadas com água salina no solo com vinhaça (Figura 38B), os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, resultando numa massa média de frutos de 178,75 g.

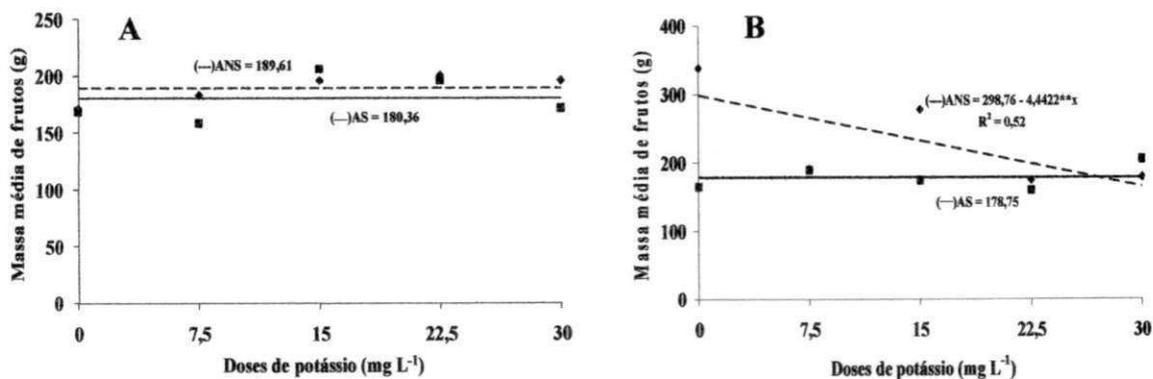


Figura 38. Massa média de frutos de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundas do biofertilizante (A) e vinhaça (B) e da irrigação com água não salina (---) e salina (—)

Os resultados são semelhantes aos obtidos por Cavalcante et al. (2002), Soares et al. (2002), Costa et al. (2005), Cavalcante et al. (2005b) e Prazeres (2010), em função da salinidade da água, onde os maiores valores de massa média dos frutos foram registrados nas plantas irrigadas com água não salina. Os resultados também são semelhantes aos apresentados por Cavalcante et al. (2008) ao constatarem que o aumento da salinidade da água prejudicou a produção de biomassa do maracujazeiro amarelo em covas protegidas contra as perdas hídricas. Foram superiores também aos 170,73 g fruto⁻¹ apresentados por Macêdo (2006) e os 137,48 g fruto⁻¹ por Soares et al. (2008) em maracujazeiro sob irrigação com água salina. Em relação ao biofertilizante bovino, os dados divergem dos obtidos por Nascimento (2010), onde o aumento das doses de biofertilizante eleva a massa média dos frutos.

A superioridade dos dados nos tratamentos com vinhaça e água não salina em comparação ao biofertilizante bovino deve-se aos seus maiores teores de cálcio, potássio e magnésio (Tabela 11, p. 56), os quais estão relacionados com a massa média dos frutos (Lima e Cunha, 2004).

A massa dos frutos é considerada adequada para o mercado de frutos *in natura* que exige frutos com massa entre 170 e 210 g no estado de São Paulo (Melletti et al., 2002) e no Nordeste, acima de 150 g (Rodrigues et al., 2009).

Quanto à produção por planta (Figura 39) os dados apesar de não sofrerem interferência estatística do tipo de insumo e qualidade da água não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e, por isso, foram representados pela média de $5,26 \text{ kg planta}^{-1}$.

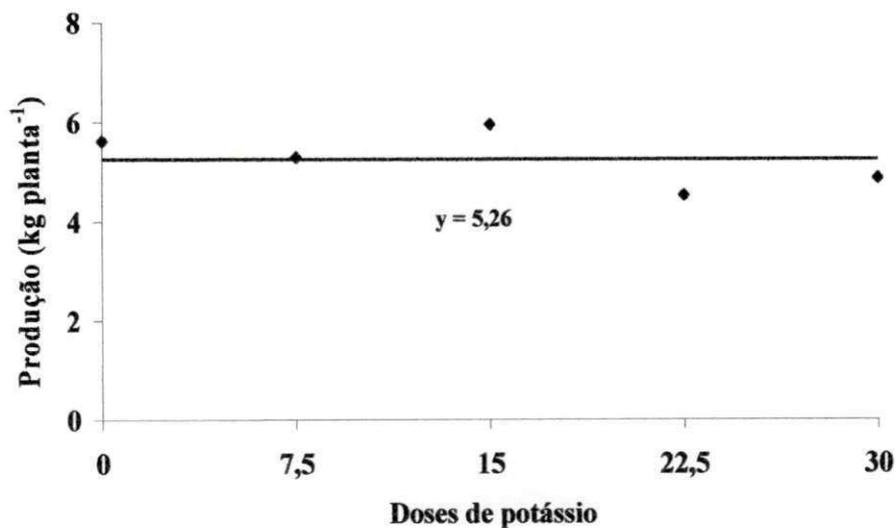


Figura 39. Produção por planta de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio

Essa tendência contrasta com o apresentado por Nascimento (2010) ao concluir que o aumento da salinidade da água de irrigação contribuiu para maior produção por planta de maracujazeiro amarelo. A produção por planta foi baixa. Comparativamente os dados de produção por planta são inferiores aos $7,3$ e $6,82 \text{ kg planta}^{-1}$, apresentados por Cavalcante et al. (2005a) em maracujazeiro irrigado com 10 e 5L de água de nível salino de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$. São marcadamente inferiores aos de Macêdo (2006) com mais de $37 \text{ kg planta}^{-1}$, em solo irrigado com água salina de $3,4 \text{ dS m}^{-1}$. Contudo, esses valores são superiores aos $4,2 \text{ kg planta}^{-1}$ registrados por Andrade (1998) em maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas de condutividade elétrica $1,5$ e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$.

4.4 Caracterização Físico-Química dos Frutos

Conforme indicado nos resumos das análises de variância (Tabelas 14 e 15 anexo), a única variável que não sofreu interferência das fontes de variação foi o diâmetro longitudinal dos frutos de maracujá amarelo. Os insumos afetaram estatisticamente a firmeza e acidez titulável dos frutos. A percentagem de casca e rendimento em polpa sofreram diferenças estatísticas da interação insumo e dose. A interação água e doses, também exerceu efeitos significativos sobre o diâmetro equatorial dos frutos. O pH, sólidos solúveis, ração (SS/AT) que expressa o sabor do suco e vitamina C foram as variáveis pós colheita que sofreram efeitos da interação água e idade e doses.

O diâmetro equatorial dos frutos do maracujazeiro amarelo foi influenciado estatisticamente pela interação doses de potássio e tipo de água (Figura 40). Os valores do diâmetro equatorial dos frutos colhidos das plantas irrigadas com água não salina, exceto na dose máxima de potássio oriunda da vinhaça, apesar de superiores ao das plantas sob irrigação com água salina não se adequaram a nenhum modelo de regressão, resultando num valor médio de 75,07 mm. Por outro lado, os dados das plantas irrigadas com água salina aumentaram linearmente em função das doses de potássio a partir da vinhaça, ao nível de 0,1507 g por incremento unitário da dose de K, sendo o maior valor de 76,12 mm, referente à dose de 30 mg L⁻¹. Independentemente da qualidade da água, esses valores são superiores aos observados por Costa et al. (2001), Cavalcante et al. (2003) e Macêdo (2006), onde registraram valores abaixo de 63,0, 65,8 e 73,6 mm.

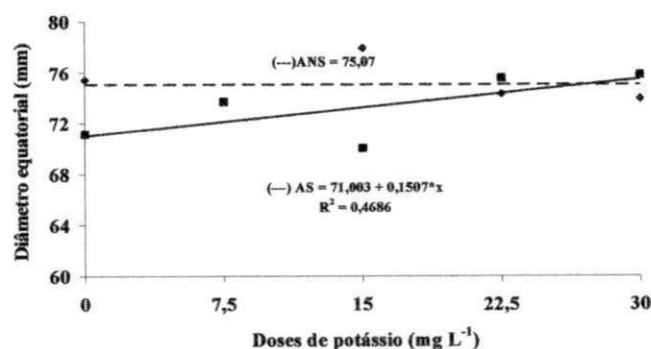


Figura 40. Diâmetro equatorial dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio irrigado com água não salina (---) e salina (—)

De acordo com o resumo da análise de variância o diâmetro longitudinal ou comprimento dos frutos não sofreu interferência significativa das fontes de variação, água, insumos, doses de potássio, e suas interações. As médias variaram de 82,83 a 84,81mm,

nos tratamentos com biofertilizante bovino, irrigado com água salina e não salina, respectivamente. Com relação aos tratamentos com vinhaça, verifica-se que a média variou de 83,81 a 86,23 mm, sob irrigação com água de boa qualidade e salina, respectivamente. Mesmo não havendo significância entre as doses de potássio, independentemente dos insumos naturais e tipos de água utilizada para irrigação, a variação foi de 81,89 a 87,06 mm e a média geral de 84,42 mm, constatando-se que a maior média verificada foi de 87,06 mm, na dose 30 mg L⁻¹ (Tabela 16 anexo). Esses valores são inferiores aos 10 cm obtidos por Campos et al. (2007) ao avaliarem o comprimento dos frutos do maracujá amarelo no solo com biofertilizante bovino em covas com cobertura morta, mas superaram os 6,90 cm apresentados por Costa et al. (2001) em plantas sob irrigação com água de alta salinidade (3,2 dS m⁻¹). Comparativamente, houve superioridade aos resultados de Cavalcante et al. (2003) e à amplitude de 7,5 a 7,9 cm apresentada por Araújo et al. (2008) na cultura com biofertilizante ao nível de 15 L planta⁻¹ ano⁻¹ aplicado ao solo. As características do formato dos frutos são requisitadas para as indústrias de processamento, que preferem frutos oblongos, por apresentarem cerca de 10% a mais de suco do que os redondos (Fortaleza et al., 2005).

A percentagem da casca dos frutos de maracujá amarelo sofreu interferência estatística da interação doses e insumos (Figura 41). O biofertilizante bovino fermentado não se ajustou a nenhum modelo de regressão, por isso foi representado pelo valor médio de 51,42%. A percentagem da casca dos frutos cresceu até a dose máxima de potássio de 16,94 mg L⁻¹ fornecida pela vinhaça atingindo o maior valor de 53,17%. Esses resultados são inferiores aos 67% obtidos por Abreu et al. (2009) sob cultivo convencional da cultura e da mesma ordem dos 52% de casca em frutos de maracujazeiro irrigado com água salina (Macêdo, 2006). Esses resultados indicam elevados valores da percentagem de casca dos frutos principalmente no solo tratado com vinhaça. Essa situação se reflete na redução da percentagem de polpa que a partir de da década de 2000, mercado brasileiro está exigindo frutos com percentagem de casca inferior a 50% , para que a percentagem da polpa de pelo menos 50% (Melletti et al., 2002; Freire et al., 2010).

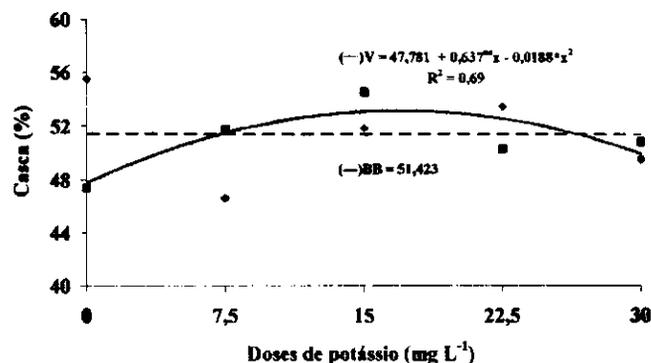


Figura 41. Percentagem de casca dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—)

A firmeza dos frutos respondeu diferenciadamente aos efeitos isolados da aplicação dos insumos orgânicos (Figura 42). As plantas dos tratamentos com vinhaça produziram frutos mais firmes (82,6 N) quando comparado com os das plantas tratadas com biofertilizante bovino (75,7 N). Essa superioridade de 9,1% da vinhaça está associado aos maiores quantitativos de elementos existente nesse insumo e, conseqüentemente, contribuíram para formação de frutos mais resistentes, como inclusive evidenciam a percentagem de casca. Esses dados são marcadamente inferiores aos apresentados por Freire et al. (2010), com firmeza de 98 N. De acordo com Melleti et al. (2002) e Rodrigues et al. (2008), frutos com firmeza elevada, como os de Freire et al. (2010) apesar de suportarem transporte para longas distâncias e maior tempo de prateleira ou vida útil, em geral, sofrem perda de rendimento em polpa.

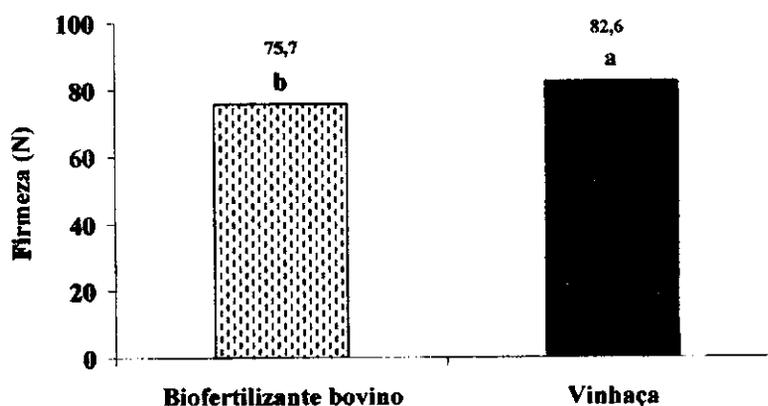


Figura 42. Firmeza dos frutos de maracujazeiro amarelo em função, do biofertilizante bovino e vinhaça

A interação doses e insumos, assim como observado para a percentagem de casca não exerceu efeitos significativos sobre a percentagem de polpa dos frutos com superioridade para os dados dos frutos das plantas desenvolvidas no solo com biofertilizante (Figura 43).

Conforme Meletti et al. (2002), o rendimento em polpa de maracujá amarelo exigido para o processamento da polpa e para o consumo *in natura*, deve ser acima de 50%. Os valores das plantas com biofertilizante bovino não se adequaram a nenhuma regressão, com valor médio de 43,597%. As doses de potássio oriundas da vinhaça inibiram o rendimento em polpa dos frutos, como indica o maior valor no solo sem o insumo 47,68 a 43,60%. Em relação ao biofertilizante o rendimento em polpa extraída de frutos oriundos de plantas cultivadas em solo com biofertilizante líquido foi inferior aos 45,5% obtidos por Martins et al. (2002), superiores aos 41% apresentados por Campos (2006) e também aos valores de 37,2 a 40,9% obtidos por Rodrigues et al. (2008) em maracujá amarelo submetido à aplicação de biofertilizante comum e supermagro ao solo.

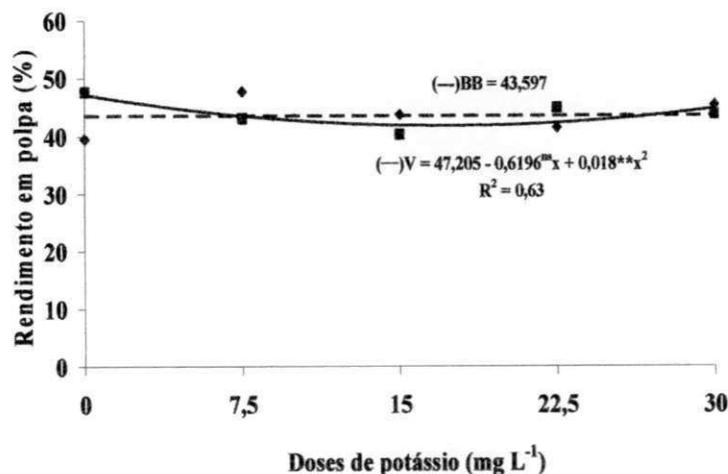


Figura 43. Rendimento em polpa dos frutos de maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (---) e vinhaça (—)

O potencial hidrogeniônico (pH) da polpa dos frutos foram afetados significativamente pela interação dose e insumo e água (Figura 44). Independentemente do tipo de insumo e da qualidade da água de irrigação, bem como das doses de potássio, o pH não se ajustou a nenhum modelo de regressão, tendo a mesma variação de 3,1 a 3,12 com água não salina e salina, respectivamente. Os valores evidenciados qualificam os frutos como de natureza ácida e mais apropriados ao processamento de suco concentrado, como discutido por Cavalcante et al. (2003) e Campos et al. (2007). Os valores conforme

Tocchini et al. (1994) e Matsuura e Folegatti (2002) são adequados para a produção e deve variar entre 2,5 e 3,5 para armazenamento da polpa e inferior a 3,3 para produção de suco concentrado.

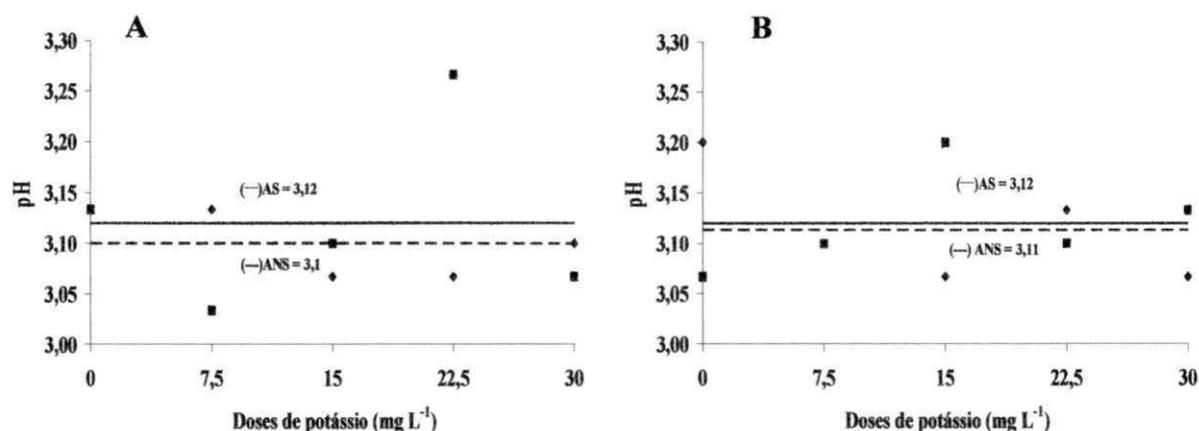


Figura 44. pH da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—)

De acordo com a Figura 45, observa-se que as plantas com biofertilizante bovino superaram os valores da vinhaça em relação à acidez titulável da polpa do maracujá amarelo. O biofertilizante estimulou a produção de frutos mais ácidos, sendo essa acidez 8,68% aos frutos das plantas tratadas com vinhaça. A existência de ácidos orgânicos presentes no biofertilizante deve ter contribuído para essa superioridade da acidez. Os resultados encontram-se adequados à variação de 3,9 a 4,3% obtida por Santos (2004) em frutos de maracujazeiro amarelo sob biofertilização do solo na forma líquida. Contudo, são inferiores ao 4,85% obtidos por Freire et al. (2010) em frutos de maracujazeiro amarelo em solo tratado com biofertilizante bovino e aos 5,2% por Farias et al. (2007) em frutos comercializados em Rio Branco, estado do Acre.

Por outro lado, os dados situaram-se na faixa de 3 a 5 % admitida como adequada para o consumo ao natural, na forma de suco, ou para industrialização, na forma de suco concentrado (Folegatti & Matsuura, 2002).

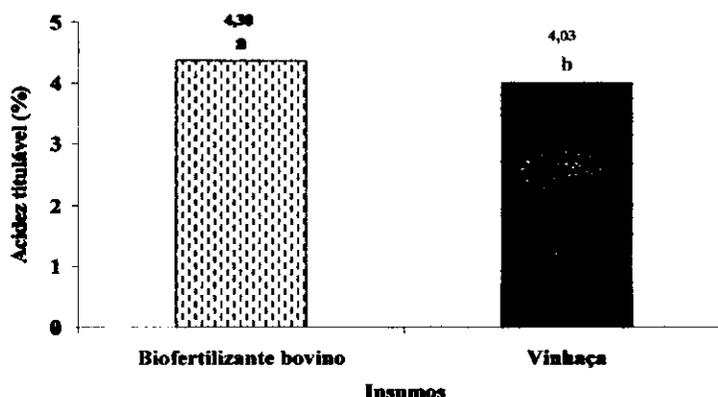


Figura 45. Acidez titulável da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, do biofertilizante bovino e vinhaça

Os sólidos solúveis (SS) responderam aos efeitos da interação doses e insumos e tipo de água ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 15 anexo) com superioridade do biofertilizante sobre a vinhaça (Figura 46). A adição do biofertilizante bovino no solo irrigado com água não salina, os sólidos solúveis aumentaram até a dose máxima estimada de potássio de 16,88 mg L⁻¹, conferindo maior valor de SS de 11,36% (Figura 46A). Nos tratamentos com vinhaça (Figura 46B), pode-se observar que os sólidos solúveis da polpa dos frutos, irrigados com água salina não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valores médios de 11,04%. Já nos tratamentos irrigados com água não salina, a percentagem de sólidos solúveis decresceu com o aumento das doses de potássio, apresentando uma dose mínima estimada de 15,32 mg L⁻¹ fornecida pela vinhaça, atingindo o maior valor de 9,998%. Costa et al. (2001) obtiveram de 14,0 a 15,9° Brix para o maracujá amarelo irrigado com água salina, enquanto, Amaro et al. (2002) obtiveram teor de SS de 12,8° Brix sob cultivo tradicional. Pelos resultados se consta que os frutos apresentaram teores baixos de sólidos solúveis e, portanto, bem aquém dos 15 °Brix exigidos pelo mercado (Meletti et al., 2002; Balbino, 2005; Campos et al., 2007; Nascimento, 2010).

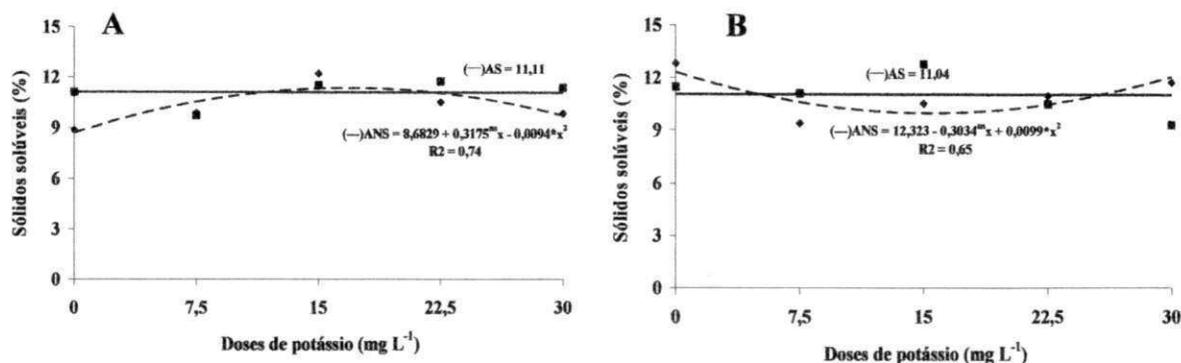


Figura 46. Sólidos solúveis da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—)

Os dados da relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) que indicam o sabor dos frutos (Campos et al. (2007) sofreram interferência estatística da interação doses e insumos e tipos de água (Figura 47). Os dados dos frutos colhidos das plantas tratadas com biofertilizante bovino não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo os valores médios da relação (SS/AT), de 2,37 e 2,64 para água não salina e salina, respectivamente (Figura 47A). De forma semelhante os valores da relação (SS/AT) dos frutos de plantas irrigadas com água salina e vinhaça também não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valor de 2,7602 (Figura 47B). Nos tratamentos com água não salina e vinhaça, a relação (SS/AT) decresceu com o aumento das doses de potássio, resultando no menor valor de 2,29, na dose mínima estimada de 17,89 de potássio na forma de vinhaça. Pela relação SS/AT, avalia-se a natureza doce ou ácida da polpa que caracteriza o sabor dos frutos, conforme discutido por Balbino (2005) e Campos et al. (2007). Segundo os autores, valores de relação (SS/AT) superior a 4,2 expressam sabor muito bom e igual ou superior a 5,2 sabor excelente.

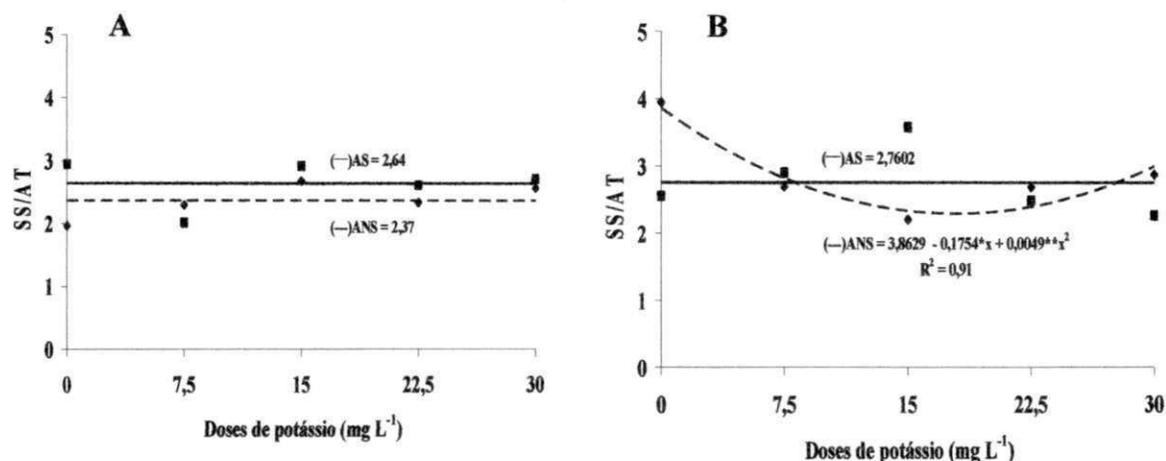


Figura 47. Relação SS/AT dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—)

Assim como observado para os sólidos solúveis (Figura 46), e a relação SS/AT (Figura 47), a interação doses e insumos e tipos de água também exerceu efeitos sobre os teores de vitamina 'C' da polpa dos frutos de maracujá amarelo (Figura 48). No solo com biofertilizante e irrigação das plantas com água não salina, os valores não se ajustaram a nenhum modelo matemático, sendo representados pelo valor médio $33,91 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$. Nas plantas irrigadas com água salina, os valores de vitamina 'C' decresceram até a dose mínima estimada de $15,17 \text{ mg L}^{-1}$ de potássio, referente ao menor valor da variável de $26,62 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (Figura 48A).

Nos tratamentos com vinhaça sob irrigação com água não salina, os dados não se adequaram a nenhum tipo de regressão, com valor médio $31,49 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$. Por outro lado, nos tratamentos com água salina, o valor máximo estimado de vitamina C de $39,03 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ foi determinado nos frutos das plantas referentes à dose máxima estimada de $16,29 \text{ mg L}^{-1}$ de potássio (Figura 48B). Esses valores superam o valor médio, $23,62 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ obtido por Costa et al. (2001) em frutos de maracujazeiro irrigado com água salina.

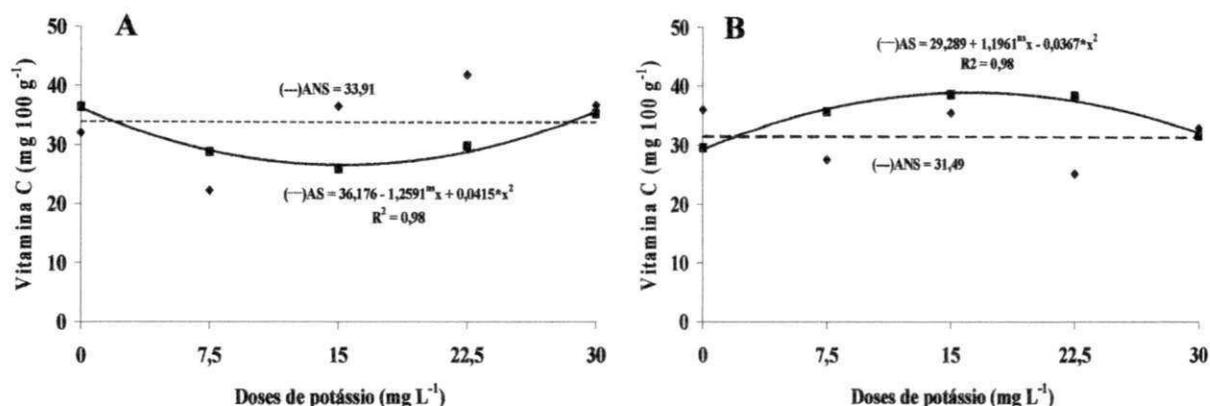


Figura 48. Vitamina C da polpa dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigados com água não salina (---) e salina (—)

4.5 Composição Nutricional das Plantas

De acordo com as (Tabelas 17 e 18 anexo), constatou-se que o potássio, ferro e sódio, não sofreram interferência estatística de nenhuma fonte de variação e nem de suas interações. Entretanto, o nitrogênio foi afetado significativamente pelo efeito isolado da fonte de variação água, o zinco sofreu interferência estatística dos tipos de insumos e o enxofre pelas doses de potássio, oriundos do biofertilizante e da vinhaça. A interação entre água e doses exerceu efeito estatístico sobre os teores foliares de fósforo, magnésio e manganês; cálcio e boro foram os únicos elementos afetados significativamente pela interação água e dose e insumo.

4.5.1 Macronutrientes

Os teores foliares do nitrogênio (Figura 49) foram maiores nas plantas irrigadas com água não salina. Comparativamente, a água salina reduziu em 5% a acumulação foliar de nitrogênio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em relação a água salina.

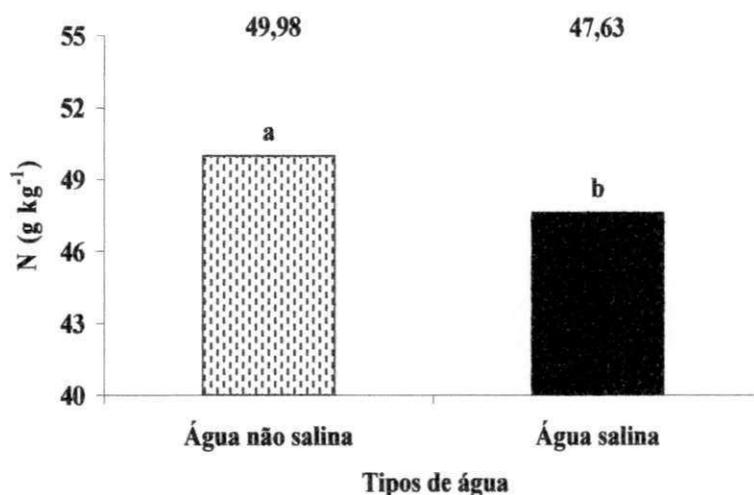


Figura 49. Teores de nitrogênio na matéria seca de maracujazeiro amarelo, irrigado com água não salina e salina

A tendência desses resultados está de acordo com Meneses (2007) que não constatou efeito significativo da aplicação de biofertilizante no solo, sobre os teores de N da matéria seca de maracujazeiro. Quanto à qualidade da água, os dados de Nascimento (2010) em maracujazeiro amarelo, ao constatarem redução nos teores foliares de nitrogênio em plantas submetidas a estresse salino, verificou-se redução na absorção e acumulação de N, P e Zn.

Por estes resultados, as plantas no início da frutificação estavam adequadamente supridas em nitrogênio, onde, segundo Malavolta et al. (1997), devem conter entre 40 e 50 g kg⁻¹. Esse suprimento em nitrogênio deve-se a aplicação de uréia aos 70 dias após o transplante, onde as plantas inicialmente apresentaram sintomas de deficiência do macronutriente.

Quanto ao fósforo, os teores na matéria seca foliar, a exemplo do nitrogênio, para qualquer dose de potássio, oriundo de qualquer um dos dois insumos, foram superiores nos tratamentos com água não salina (Figura 50). Nas plantas irrigadas com água não salina, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático, com valor médio de 4,11 g kg⁻¹. Nas plantas irrigadas com água salina, os dados decresceram com o aumento das doses dos insumos orgânicos com o maior valor de fósforo no tratamento sem aplicação de potássio (3,93 g kg⁻¹).

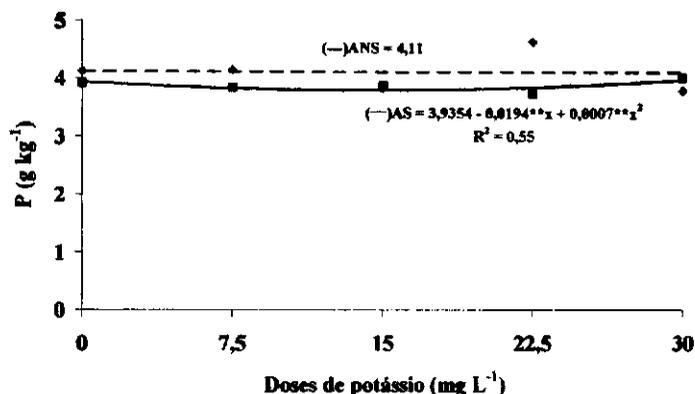


Figura 50. Teores de fósforo na matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—)

O valor médio obtido com água não salina, superou os 2,10 g kg⁻¹ de P apresentados por Rodolfo Junior (2007), e aos 3,3 e 3,39 g kg⁻¹ obtidos por Rodrigues et al. (2009) e Diniz (2009), respectivamente. Para os tratamentos com água salina, independentemente das doses de potássio, os valores foram superiores ao valor médio de 3 g kg⁻¹ de P obtidos por Nascimento (2010) em plantas de maracujazeiro amarelo irrigados com água não salina (0,5 dS m⁻¹) e salina (3,89 dS m⁻¹) no solo com biofertilizante.

Segundo Malavolta et al. (1997), plantas de maracujazeiro amarelo equilibradas em fósforo devem conter entre 4 e 5 g kg⁻¹ de P na matéria seca foliar. Com base nos resultados, se verifica que apenas as plantas irrigadas com água não salina estavam adequadamente balanceadas em fósforo.

Os teores de potássio na matéria seca do maracujazeiro amarelo não apresentaram efeitos significativos (Tabela 17 anexo). Os tratamentos com biofertilizante bovino irrigado com água não salina e salina, apresentaram valores que variaram de 18,12 a 20,09 e 16,56 a 20,30 g kg⁻¹, respectivamente, apresentando uma média de 18,76 g kg⁻¹. Já nos tratamentos com vinhaça, irrigado com água não salina e salina, respectivamente, foram de 18,05 a 22,71 e 17,20 a 23,91 g kg⁻¹, com média de 20,46 g kg⁻¹ (Tabela 18 anexo). Os valores adequados de potássio na matéria seca das plantas, variam de 35 a 45 g kg⁻¹, no entanto, as plantas não se encontram adequadamente supridas em potássio (Malavolta et al., 1997).

Com referência ao cálcio, independentemente do tipo de insumo e da qualidade da água de irrigação, não se ajustou a nenhum modelo de regressão (Figura 51). As plantas desenvolvidas no solo com biofertilizante, irrigadas com qualquer tipo de água acumularam maiores teores de cálcio nas folhas em relação aos tratamentos com vinhaça,

com superioridade percentual de 4,47 e 16,3 %, respectivamente. Possivelmente isso se deve devido a aplicação do fosfato natural aplicado no início da abertura das covas que contém 26% de CaO, do superfosfato triplo aplicado no início da floração e do cálcio contido no biofertilizante.

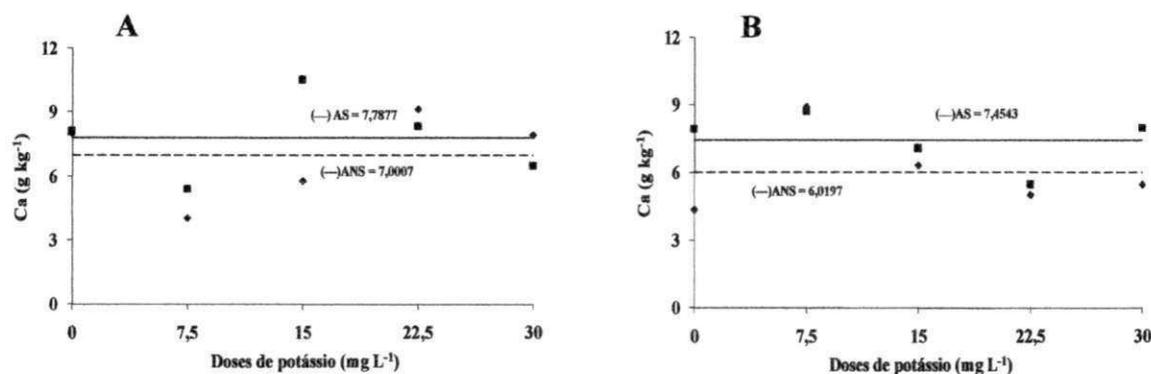


Figura 51. Teores de cálcio na matéria seca de maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio tratado com biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigado com água não salina (---) e salina (—)

Macêdo (2006) concluiu que o maracujazeiro amarelo sob irrigação com água salina ($CEa = 3,4 \text{ dS m}^{-1}$) acumulou $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ do macronutriente, e portanto, inferiores aos obtidos no trabalho em apreço. Por outro lado, os dados são mais baixos que os $9,7 \text{ g kg}^{-1}$ apresentados por Cruz et al. (2006) em maracujazeiro amarelo sob solução nutritiva com nível salino de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$.

Em ambas as situações, ou seja, tanto sob condições de fornecimento de insumos (biofertilizante bovino e vinhaça) quanto em função da irrigação com água não salina e salina, constata-se que o maracujazeiro encontrava-se deficiente em cálcio, sendo a faixa ideal, segundo Malavolta et al. (1997), situada na amplitude de 15 e 20 g kg^{-1} . Uma justificativa para teores inferiores aos adequados para cultura deve-se aos quantitativos de magnésio estarem acima do nível aceitável, causando assim, inibição antagônica, entre magnésio e cálcio, e consequentemente deficiência desse último (Vitti et al., 2006).

A interação tipo de água e doses de potássio interferiu com significância estatística na acumulação foliar de magnésio, mas os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 52). As plantas irrigadas com água salina, apresentaram um valor médio maior de Mg ($4,62 \text{ g kg}^{-1}$) em relação aos ($4,55 \text{ g kg}^{-1}$), apresentando superioridade percentual dos tratamentos com água salina em relação à água não salina de apenas 1,51%, não sendo considerado um valor diferenciado.

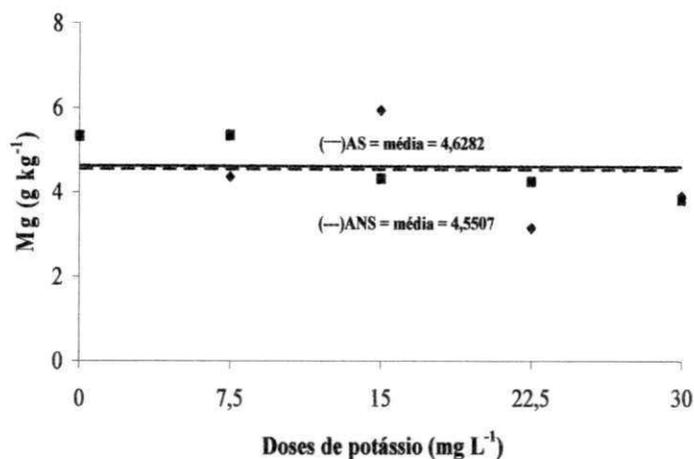


Figura 52. Teores de magnésio na matéria seca de maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio, irrigado com água não salina (---) e salina (—)

Os teores de magnésio nas plantas sob irrigação com água salina observados por Cruz et al. (2006) registraram valores entre 3 e 4 g kg⁻¹ em maracujazeiro cultivado em solução nutritiva com condutividade elétrica de 3,8 dS m⁻¹ e teores abaixo de 3,0 g kg⁻¹ de magnésio na matéria seca foliar foram registrados na mesma cultura irrigada com água salina de 3,4 dS m⁻¹ (Macêdo, 2006).

Os valores de magnésio no tecido foliar das plantas, independente da qualidade da água, são superiores aos admitidos como adequados para cultura do maracujazeiro amarelo, pois estão acima de 4 g kg⁻¹ e evidenciam que as plantas estavam equilibradas no macronutriente. Segundo Malavolta et al. (1997) o valor adequado de magnésio nas folhas do maracujazeiro amarelo, varia de 3 – 4 g kg⁻¹.

Semelhantemente ao cálcio (Figura 51) e magnésio (Figura 52), os teores foliares de enxofre não se ajustaram a nenhum modelo matemático (Figura 53). Mesmo com o aumento das doses de potássio oriundo do biofertilizante e da vinhaça, o teor de enxofre não variou estatisticamente, sendo representado pelo valor médio de 11,05 g kg⁻¹.

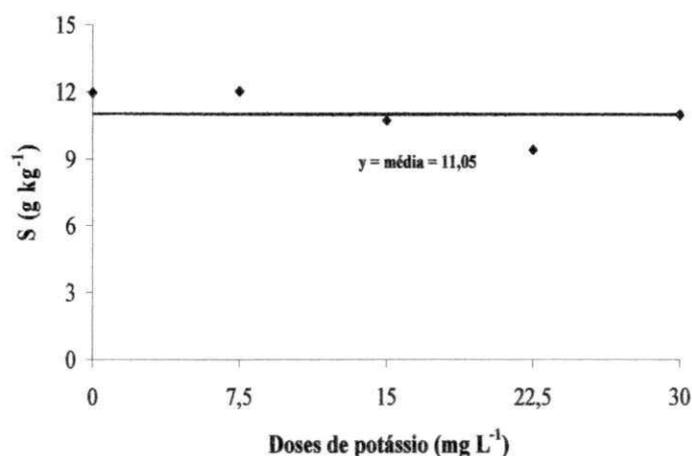


Figura 53. Teores de enxofre em matéria seca de maracujazeiro amarelo, em função de doses de potássio

Os resultados conflitam-se com os de Rodrigues et al. (2009), Diniz (2009) e Nascimento (2010), ao confirmarem interferência estatística do biofertilizante sobre os teores foliares de enxofre no maracujazeiro amarelo. Comparativamente com outros autores, o quantitativo foliar desse macronutriente secundário no presente trabalho, foi superior aos 9,8 g kg⁻¹ obtidos por Rodolfo Júnior (2007) e inferior ao 11,53 g kg⁻¹ de Nascimento (2010).

Observa-se que o teor médio (11,05 g kg⁻¹) de S nas folhas do maracujazeiro amarelo está acima do limite considerado exigido pela frutífera, em que a faixa exigida varia de 3 a 4 g kg⁻¹ (Malavolta et al., 1997).

4.5.2 Micronutrientes

Pelos dados da Figura 54, se observa que a irrigação com água salina no solo com qualquer insumo orgânico proporcionou maior acumulação foliar de boro em relação às plantas tratadas com água de boa qualidade. Nos tratamentos com biofertilizante e água salina, verifica-se um aumento dos teores de boro até a dose máxima estimada de 11,47 mg L⁻¹ de potássio, conferindo o teor máximo estimado de boro de 30,41 mg kg⁻¹, onde, a partir desse ponto, ocorreu uma redução nos teores desse micronutriente (Figura 54A). A mesma tendência foi registrada para a vinhaça, ou seja, a elevação nas doses de potássio incrementou o teor de boro até a dose máxima estimada de 13,98 mg L⁻¹ de potássio, resultando num teor máximo de boro de 34,68 mg kg⁻¹ (Figura 54B). Macêdo (2006), em

plântio de maracujazeiro irrigado com água salina, obteve $15,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de boro no tecido foliar e portanto, bem inferior aos do presente trabalho.

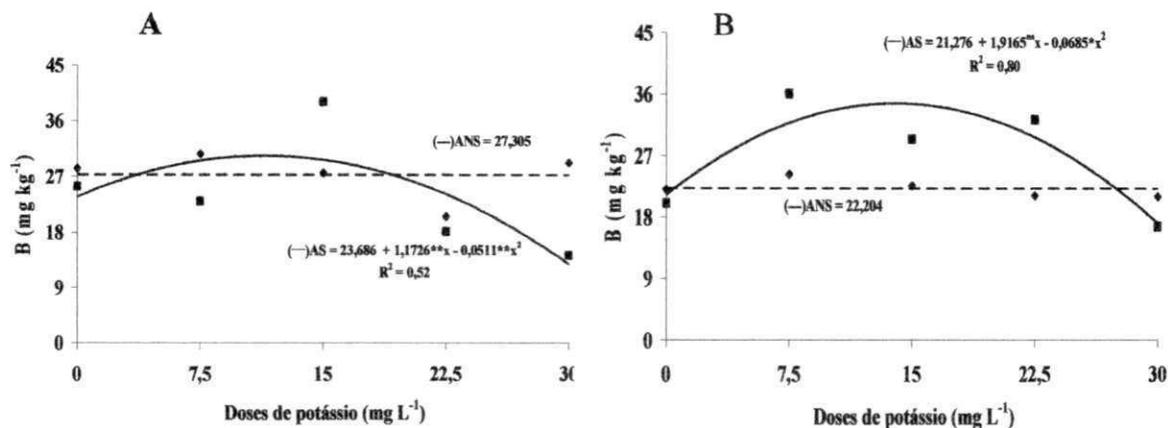


Figura 54. Teores de boro em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigada com água não salina (---) e salina (—)

Sob condições de irrigação com água não salina, os valores médios foram inferiores aos de água de qualidade inferior, gerando assim teor médio de $27,30$ e $22,20$ em plantas tratadas com biofertilizante bovino e vinhaça, respectivamente. Em se tratando de valores máximos obtidos, esses se encontram inferiores aos $62,42$; $58,71$ e $25,62 \text{ mg kg}^{-1}$, detectados por Rodolfo Júnior (2007), Diniz (2009) e Nascimento (2010) em maracujazeiro biofertilizado e irrigado com água não salina.

Analisando os teores considerados adequados para a cultura do maracujazeiro amarelo, Malavolta et al. (1997), citam que a faixa apropriada está entre 40 e 50 mg kg^{-1} , concluindo assim que as plantas encontravam-se deficientes em boro. Uma justificativa plausível para essa baixa concentração foliar de boro, deve-se a falta de suprimento do elemento, onde foi comprovado que, tanto o biofertilizante quanto a vinhaça, mesmo nas doses maiores, não são fontes em potencial desse micronutriente. A similaridade de tendência é corroborada por Menezes (2007) e Cavalcante et al. (2008), onde o biofertilizante não contribuiu para o suprimento do maracujazeiro amarelo em boro.

Pelos resumos da análise de variância, constata-se que os teores de ferro (Fe) e sódio (Na) na matéria seca das folhas de maracujazeiro amarelo não exerceram efeitos significativos (Tabela 19 anexo). No caso do cobre (Cu), os valores foram inferiores ao limite de detecção do aparelho, caracterizando deficiência desse elemento.

O elemento ferro na matéria seca das folhas das plantas, irrigados com água salina e não salina e biofertilizante bovino, a média variou de $65,62$ a $67,80 \text{ mg kg}^{-1}$,

independentemente das doses de potássio. No caso da vinhaça, foi de 67,63 a 68,70 mg kg⁻¹, irrigado com água não salina e salina, respectivamente, apresentando uma média geral de 67,44 mg kg⁻¹ (Tabela 20 anexo). Os valores de ferro considerados adequados as plantas segundo Malavolta et al. (1997) variam de 120 a 200 mg kg⁻¹, porém as mesmas estavam deficientes nesse elemento.

Nos tratamentos com biofertilizante bovino, sob irrigação com água não salina e salina os valores médios de sódio foram de 2.902,52 e 2.596,98 mg kg⁻¹, respectivamente. No caso dos tratamentos com vinhaça, irrigados com água salina e não salina, os dados apresentados foram de 2889,59 e 2997,52, respectivamente. A média geral dos tratamentos, independentemente das doses de potássio aplicada, tipos de água e insumos foi de 2846,75 mg kg⁻¹, sendo a dose 30 mg L⁻¹ a que apresentou a maior média geral em relação aos tratamentos (Tabela 21 anexo) Mesmo o elemento sódio não sendo considerado um micronutriente, de forma geral os valores apresentados são considerados elevados.

Da mesma forma verificada para o boro (Figura 54), os teores médios de manganês nas plantas irrigadas com água não salina, foram 392,37 e 312,54 mg kg⁻¹, para os tratamentos com biofertilizante bovino e vinhaça, respectivamente (Figura 55). Nas plantas irrigadas com água salina e biofertilizante, a tendência quadrática incrementou os teores de Mn até a dose estimada de 13,51 mg L⁻¹, gerando o teor máximo de 423,67 mg kg⁻¹, sendo reduzido a partir desse teor (Figura 55A). Da mesma forma foi observado para vinhaça, ou seja, a elevação das doses de potássio, oriundo desse insumo, contribuiu para o maior teor de Mn de 487 mg kg⁻¹, obtido pela dose máxima de 15,26 mg L⁻¹ (Figura 55B).

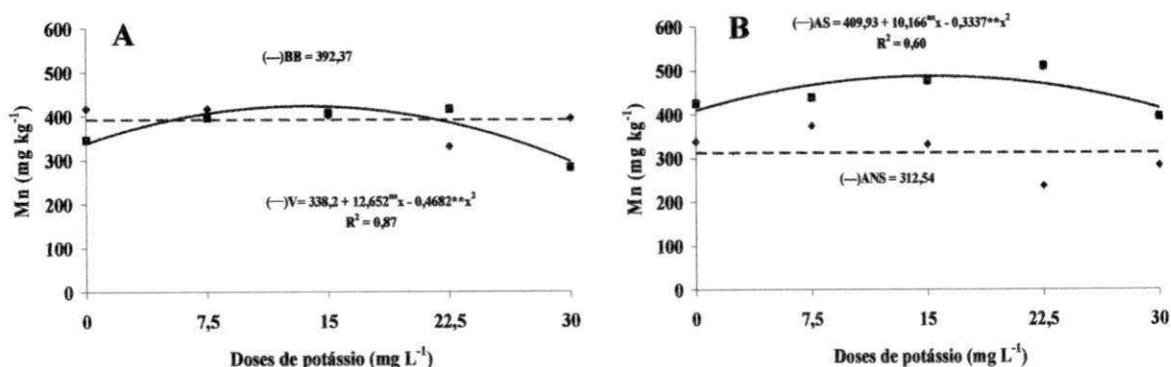


Figura 55. Teores de manganês em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função de doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino (A) e vinhaça (B), irrigada com água não salina (---) e salina (—)

Esses resultados se contrapõem aos obtidos por Rodrigues et al. (2009), onde os autores não registraram efeitos estatísticos do biofertilizante sobre os teores de manganês

no maracujazeiro amarelo. Ao comparar os dados se percebe que são superiores aos 222,4 mg kg⁻¹, mas são inferiores aos 261 e 201 mg kg⁻¹ registrados por Rodolfo Junior (2007) e Diniz (2009) em maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante comum, adubação mineral com NPK e com nitrogênio, respectivamente.

Para Malavolta et al. (1997), os teores de Mn considerados adequados para cultura do maracujazeiro amarelo, encontram-se no intervalo entre 400 a 600 mg kg⁻¹. Pelos resultados, pode-se concluir que apenas quando irrigados com água salina, independente das doses de potássio, oriundo da vinhaça e nas doses entre 7,5 e 15 mg L⁻¹ de potássio proveniente do biofertilizante o maracujá amarelo esteve suprido adequadamente em manganês. Isso pode ser devido a absorção de manganês ser baixa em solos com pH acima de 7,0. No entanto, para Prado e Natale (2006) os teores estão adequados por se situarem na faixa entre 40 e 250 mg kg⁻¹ de manganês.

Os teores de zinco nas folhas do maracujá amarelo foram maiores quando o fornecimento do potássio às plantas foi feito pelo biofertilizante bovino (Figura 56). A aplicação do referido insumo nas covas conferiu ao maracujazeiro o teor foliar de zinco referente a 39,61 mg kg⁻¹; para a vinhaça, o quantitativo foliar obtido foi de 34,75 mg kg⁻¹, resultando assim numa superioridade do biofertilizante em 13,98%.

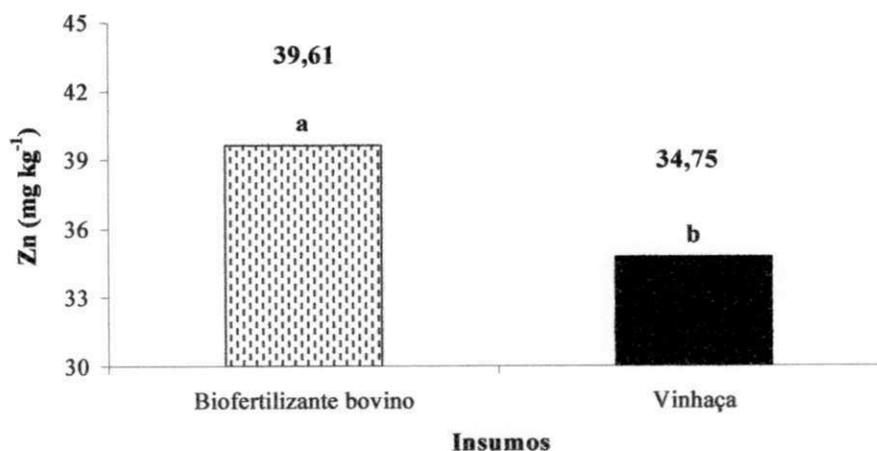


Figura 56. Teores de zinco em matéria seca de maracujazeiro amarelo em função dos insumos biofertilizante bovino e vinhaça

Os resultados de 39,61 e 34,75 mg kg⁻¹ superam os valores de 28,2 mg kg⁻¹, 33,87 mg kg⁻¹ e 20,48 mg kg⁻¹, apresentados por Menezes (2007), Diniz (2009) e Nascimento (2010), respectivamente, em maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante bovino.

Ao considerar que o maracujazeiro amarelo exige entre 25 e 40 mg kg⁻¹ de zinco na matéria seca foliar (Malavolta et al., 1997), constata-se que no início da floração as plantas estavam adequadamente equilibradas no micronutriente.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

- A vinhaça promoveu maior teor de potássio ao solo que o biofertilizante;
- Ambos os insumos elevaram a soma de bases, CTC e sódio do solo, mas com superioridade nos tratamentos com vinhaça e água salina;
- A adição do biofertilizante bovino e a vinhaça, resultaram em maiores teores de micronutrientes no solo com supremacia nos tratamentos com água salina;
- A irrigação independente do tipo de água elevou o caráter salino do solo com maior intensidade na água de maior restrição;
- A aplicação da vinhaça favoreceu o aumento da população dos organismos edáficos (meso e macrofauna), evidenciando a importância do aproveitamento desse resíduo na melhoria dos atributos biológicos do solo;
- A atividade microbiana foi estimulada com a aplicação do biofertilizante bovino, favorecendo a maior liberação de nutrientes para a cultura do maracujá;
- As doses mais elevadas de potássio propiciaram maior atividade microbiana no período noturno;
- A abundância e a diversidade de organismos da macro e mesofauna aumentou com a chegada da época chuvosa, independentemente dos tipos de água utilizada, insumos aplicados e doses de potássio;
- Os grupos predominantes na área estudada foram Hymenoptera (formigas) e Acarina (ácaros);
- O baixo valor no índice de Shannon com conseqüente redução na uniformidade representada pelo índice de Pielou evidenciou o predomínio do grupo Hymenoptera na macrofauna e o grupo Acarina na mesofauna;
- Os tratamentos irrigados com água não salina e o período de avaliação, favoreceu um maior diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo;
- A água salina estimulou a área foliar das plantas, aos 60 dias de idade das plantas, em função das doses de potássio;
- O biofertilizante bovino proporcionou às plantas maior número de ramos produtivos que a vinhaça;
- O aumento da salinidade da água promoveu maior número de frutos por planta, mas inibiu a massa média dos frutos;

- O aumento das doses de potássio, independente dos insumos e da salinidade da água, não interferiu na produção por planta;
- Exceto em potássio, cálcio, boro, cobre e ferro, no início da floração, as plantas de maracujazeiro amarelo estavam adequadamente supridas nos macro e micronutrientes: N, P, Mg, S, Zn e Mn, respectivamente;
- As características físicas dos frutos não foram influenciadas pela qualidade da água, pelo tipo de insumo nem pela dose de potássio;
- A acidez do fruto aumentou com o uso de biofertilizante, enquanto, a vinhaça promoveu uma melhor qualidade do fruto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S. P. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, M. A. F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 487-491, 2009.
- ALMEIDA, F. P.; RANZANI, G.; VALSECHI, O. La vinasse dans l'agriculture. Piracicaba: **Instituto Zimotécnico**, 1950. 21p. (Boletim Técnico, 1).
- ALMEIDA, J. R. O problema da vinhaça em São Paulo. **Boletim do Instituto Zimotécnico**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 1-24, 1952.
- ALMEIDA, M. T. **Torta de filtro e vinhaça como alternativas na recuperação de um solo salino-sódico**. 1994. 52p. (Dissertação de Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, MG.
- ALVAREZ V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga na região de Patos, PB. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, Recife, v.1, n. único, p. 57-63, 2006.
- ALVES, G. S. **Nutrição mineral e produtividade de pimentão (*Capsicum annum* L.) em resposta a diferentes biofertilizantes líquidos no solo**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- ALVES, G. S. **Resposta do maracujazeiro-amarelo, híbrido composto IAC 273/277 + 275**. 2003. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v.13, n.1, p. 151-162, 2002.
- ANDERSEN, A.; BENJAMIN, D. H.; MÜLLER, W.; GRIFFTHS, A. D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, p. 8-17, 2002.
- ANDERSON, J. P. E.; Soil respiration. In: PAGE, A. L. (Ed.) **Methods of soil analysis**. 2^a ed. Part 2. Madison: ASA/SSSA, p. 831-871, 1982.
- ANDRADE, R. **Respostas do maracujazeiro-amarelo ao manejo e salinidade da água de irrigação em um solo não salino**. 1998. 60f. (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, 2006.

- AQUINO, A. M.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; MERCANTE, F. M. Diversidade da Macrofauna do Solo como Indicadora do Sistemas de Plantio Direto para a Região Oeste do Brasil. In: Reunião Brasileira de Fertilizantes do Solo e Nutrição de Plantas, 24; Reunião sobre Micorrizas, 8; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 7; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 3, **Fertibio**. Santa Maria – RS, 2000.
- AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Rio de Janeiro: Seropédica, 2005. (Embrapa Agrobiologia, Documentos 201). Disponível em: www.cnpab.embrapa.br/servicos/download/doc201.pdf. Acesso em: 21 maio. 2010.
- ARAKAKI, E. M.; CALHEIROS, C. B. M. Cálculo Programado da Lâmina de Vinhaça Aplicada na Irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 50. Natal, 1998. **Anais...** Natal – RN: SBPC. 1998, p. 26.
- ARAÚJO, F. A. R. **Mamoeiro Havaí, biofertilizante bovino e adubação mineral – efeitos no crescimento, produção, nutrição e fertilidade do solo**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- ARAÚJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB**. 2010. 151f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- ARAÚJO, K. D., PARENTE, H. N., CORREIA, K. G., RODRIGUES, M. Q., DANTAS, R. T., ANDRADE, A. P., SOUTO, J. S. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de caatinga no semiárido da Paraíba. **Revista Geoambiente On-line**, n.12, p.1-12, 2009.
- ARAÚJO, L. A.; ALVES, A. S.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R.; COSTA, C. L. L. Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Sims flavicarpa* Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**. Mossoró, v.3, n. 4, p. 98-109, 2008.
- ARAÚJO, R. C.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; ALVAREZ, V. H.; SOUZA, A. P.; PEREIRA, W. E.; Himuzi, S. Quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) as affected by potassium nutrition. **Fruits**, França. v. 61, n.2, p.109-115, 2006.
- ARRUDA, H. C. **Estudo da aplicação econômica de vinhaça**. Piracicaba-SP: Usina Nossa Senhora Aparecida, 1956. 10p.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Brasília: EMBRAPA, CPAC, 1997. p. 363-443.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no Sertão Nordeste**. Recife: CNPq, 1995, 128.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado, 1).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1991, 218p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- AZEREDO, D. F.; MANHÃES, M. S. Adubação orgânica. In: Orlando Filho, J. (ed.). Nutrição e adubação da cana de açúcar no Brasil. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983, p.227-264.

- AZEVEDO, H. M. **Irrigação localizada**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 40-53, 1986.
- AZPIAZU, M. D.; CAIRO, V. G.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; SÁNCHEZ, M. J. L. Los colémbolos en los suelos de Cuba. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO, 15 e CUBANO DE LA CIÊNCIA DEL SOLO, 5, Havana, 2001. **Anais...** Habana (Cuba), 2001, p. 1-4.
- BAALOUSHA, M.; BENINCASA, M. M. P.; HEINO, M. M.; LE COUSTOMER, B. K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. **Colloides and surface A: Physicashem. Eng. Aspects**. New York. v. 222, p. 48-55. 2006.
- BAKKE, I. A.; LIRA, J. E.; OLIVEIRA, V. M.; LEITE, R. M. B.; SOUTO, P. C.; MAIA, E. L.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, G. T. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba. In: Encontro Nordeste de Biogeografia – ENB, 2., Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2001. 225- 231p.
- BALBINO, J. M. S. **Manejo na colheita e pós-colheita do maracujá**. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Eds.) Tecnologias para a produção de maracujá. Vitória: Incaper, 2005. Cap. 5, p. 153 – 178.
- BANDEIRA, A. G.; HARADA, A. Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, 28: 191-204, 1998.
- BARETTA, D. Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo. Piracicaba, 2007. 158p., il. Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, p. 97-106, 2003.
- BARREIRO NETO, M. **Viabilidade do uso de água salina no crescimento e na produção de genótipos de abacaxizeiro**. 2006. 135f. (Tese de Doutorado em Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.
- BECKER, J.; MAKUS, P.; SCHRADER, S. Interactions between soil micro- and mesofauna and plants in an ecofarming system. **Eur. J. Soil Biol.**, v. 37, n. 1, p. 245- 249, 2001.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.
- BEHERA, N.; JOSHI, S. K.; PATI, D. P. Root contribution to total soil metabolism in a forest soil from Orissa, Índia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 36, p. 125-134, 1990.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 22p. (EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica, 02).

BLEY JR., C. Degradación y erosión de los suelos: riesgos para la agricultura en los trópicos. **Ciência Hoy**, v. 9, n. 54, 1999.

BOLSANELLO, J.; VIEIRA, J. R. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça da região de Campos-RJ. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, 96 (5): 45-59, 1980.

BONKOWSKI, M.; GRIFFITHS, B.; SCRIMGEOUR, C. Substrate heterogeneity and microfauna in soil organic "hotspots" as determinants of nitrogen capture and growth of ryegrass. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 1, p. 37-53, 2000.

BORGES, A. L. Nutrição mineral, calagem e adubação. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. cap. 7, p.117-149.

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. A.; ALMEIDA, I. R. Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo e na produtividade do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.208-213, 2002.

BORGES, A. L.; RODRIGUES, M. G. V.; LIMA, A. A.; ALMEIDA, I. E.; CALDAS, R. C. Produtividade e qualidade de maracujazeiro-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.259-262, 2004.

BOROR, D. J.; DELONG, D. M. Introdução ao estudo dos insetos. Ed. Edgard Blucher Ltda., São Paulo. 653p. 1988.

BRESIANI, J. A. **Seleção Sequencial da cana-de-açúcar**. 1993. 158f. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 1993.

BRIEGER, F. Observações sobre a distribuição de vinhaça ou calda de destilarias no Estado de São Paulo. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, p. 23-30. 1977.

BRITO, M. E. B.; MELO, A. ; LUSTOSA, J. P. O.; ROCHA, M. B.; VIÉGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R. Rendimento e qualidade da fruta de maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p. 260-263, 2005.

BROWN, G. G.; BENITO, N. P. PASINI, A.; SAUTER, K. D.; GUIMARÃES, M. F.; TORRES, E. Notillage greatly increases earthworm populations in Paraná State, Brazil. **Pedobiologia**, v. 47, p.764-771, 2003.

BUSATO, J. G.; CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X. Fósforo num Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo: I fracionamento seqüencial. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, nov./dez. 2005, vol. 29, n. 6, p. 945-953.

CAMARA, G. M.; OLIVEIRA, E. A. **Produção da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1993.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; GERALDI, R. N. **Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983, 30p. (Boletim Técnico, 76).

CAMBUIM, F. A. **A ação da vinhaça sobre a retenção de umidade, pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso**. Recife: UFRPE, 1983, 133p. Dissertação Mestrado.

CAMBUIM, F. A.; CORDEIRO, D. A. Ação da vinhaça sobre pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso. **STBA**, n. 4, v. 4, p. 27-33, 1986.

- CAMILOTTI, F. **Efeitos no solo e em plantas de cana-de-açúcar cultivadas com lodo de esgoto e vinhaça**. 2006. 79p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos** (Natal. Online), v.2, p. 10-20, 2009.
- CAMPOS, V. B. **Comportamento do maracujazeiro-amarelo em solo com potássio, biofertilizante e cobertura morta**. 2006. 70f. Trabalho de Graduação do Curso de Agronomia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- CAMPOS, V. B.; BRUNO, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; BRUNO, R. L. A.; RODOLFO JÚNIOR, F. Efeito da salinidade da água de irrigação e biofertilizante bovino sobre a emergência e crescimento inicial da mamoneira. In: Encontro de Iniciação Científica, 12, 2004. **Resumos...** João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2004. v. 2, p. 36.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; MOTA, J. K. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 59-71, 2007.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. A.; JUNIOR, J. C. M.; PRAZERES, S. S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 3, p. 78-86, 2008.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F. ; SOUSA, G. G.; MOTA, J. K. M. Crescimento inicial da mamoneira submetido à irrigação com água salina e biofertilizante bovino. **Magistra**, v. 21, p. 40-47, 2009.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 27: p. 935-944, 2003.
- CANTILLIANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F. Análise comparativa da logística de exportação de frutas do Brasil e do Chile. In: MARTINS, D. S. (ed). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005, p. 25-39.
- CARVALHO, A. J. C.; FONTES, P. S. F.; MONNERAT, P. H.; MARINHO, C. S.; DUTRA, G. A. P.; FREITAS, M. S. M. Diagnose nutricional do maracujazeiro amarelo em diferentes períodos fenológicos pelo método DRIS. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Resumos...** Cabo Frio: SBF/ UENF/UFRRJ, 2006, p. 519.
- CARVALHO, S. S. **Obtenção de mudas de gravioleira morada submetidas a fontes e níveis de salinidade da água**. 1999. 49p. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- CATTELAN, A. J. & VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 133-142, 1990.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 71p. 2000.

CAVALCANTE, L. F., LIMA, E., MESQUITA, E. F., ARAUJO, D. C., SILVA, M. N. B., SANTOS, J. B., SANTOS, C. J. O., ANDRADE, R. **Economia da água na cultura do maracujazeiro-amarelo em Remígio-Paraíba**. Areia: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 1998. 12p. (Boletim Técnico Científico, 4).

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. **Possibilidade do uso de água salina no cultivo de maracujazeiro-amarelo**. Areia. Editorações Gráficas Diniz, 2001, 42 p.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) ao manejo e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 23, n.1/2, p.27-33. 2002a.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, M. R. T.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, I. H. L. Caracterização qualitativa de frutos do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) em função da salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 24, n.1, p.39-45, 2003.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso de água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Eds.). **Algumas Frutíferas Tropicais e a Salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 1-18.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K. S. N.; OLIVEIRA, F. A.; GONDIM, S. C.; ARAÚJO, F. A. R. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 515-519, 2005a.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. dos. Micronutrient and sodium foliar constants of yellow Passion fruit as function of biofertilizers in Brazil. **Fruits** (Paris), v. 63, p. 1-10, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAUJO, F. A. R. Produção de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005b.

CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; SOUSA, A. P.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; RAPOSO, R. W. C. **Água para a agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina**. Areia: UFPB/CCA, 2006. 28p.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; LOPES, E. B.; DAMACENA, J. **Cultivo do maracujazeiro-amarelo nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Areia: UFPB/CCA, 2002b. 68p.

CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, J.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S. Mudanças de Maracujazeiro Amarelo em Substrato com Biofertilizante Irrigado com Águas Salinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-4.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 15-19, 2007.

- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 3, p. 748-751, 2002.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, P. S. V. L.; SANTOS, G. D.; MESQUITA, E. F.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; OLIVEIRA, A. P. Crescimento do maracujazeiro-amarelo em substrato envasado com aplicação de biofertilizantes bovino. **Anais do CPG, em Manejo de solo e Água**, Areia, v. 26, p. 51-71. 2004.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NACIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco líquido de bovino na formação de mudas de goiabeira paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 251-261, 2010.
- CAVALCANTI, F. J. A et al. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 3ª aproximação**. 2. ed. rev. Recife: IPA/EMBRAPA, 2008. 198p. il.
- CENTURIÓN, R. E. B.; MORAES, V. A.; PERCEBON, C. M.; RUIZ, R. T. Destinação final da vinhaça produzida por destilarias autônomas e anexas, enquadradas no programa nacional do álcool. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11, 1989, Fortaleza: ABES, 1989. p. 7.
- CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em compostagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 729 – 735, 2003.
- CHIMNER, R. A. Soil respiration rates of tropical peatlands in Micronesia and Hawaii. **Wetlands**, Washington, v. 24, n. 1, p. 51-56, 2004.
- COLINVAUX, P. **Ecology**. New York: John Wiley and Sons Inc., 1996. 725p.
- CORDEIRO, J. C. **Salinidade da água, fontes e níveis sobre a germinação e formação de mudas de mamoeiro Havaí**. Areia: 1997. 99p. (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- CORREIA, K. G.; ARAUJO, K. D.; AZEVEDO, L. G.; BARBOSA, E. A.; SOUTO, J. S.; SANTOS, T. S. Macrofauna edáfica em três diferentes ambientes na região do Agreste Paraibano, Brasil. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 1, p. 206-213, 2009.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 18-29.
- CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 2, n. 2, p. 14, 1992.
- COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Influência da salinidade na taxa de evaporação da água. **HOLOS**, Ano 22, dezembro, p. 4-10, 2006.
- COSTA, E. G.; CARNEIRO, P. T.; SOARES, F. A. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob diferentes tipos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4 (Suplemento), p. 242-247, 2005.

COSTA, J. R. M. **Efeito do revestimento de covas e volumes de água salina sobre a produção e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo**. 2000. 72p. (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

COSTA, J. R. M.; CAVALCANTE, L. F.; SÃO JOSÉ, A. R.; LIMA, E. M.; SANTOS, C. J. O.; SANTOS, J. B. Salinidade do solo em função da qualidade da água de irrigação e da proteção das covas de maracujá amarelo contra as perdas hídricas do solo. **Anais do CPG em Manejo de Solo e Água**. Areia, v. 22, p. 25-38, dezembro. 2000.

COSTA, J. R. M.; LIMA, C. A. A.; LIMA, E. D. P. A.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. K. D. Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.143-146, 2001.

COSTA, Z. V. B.; OLIVEIRA, F. S.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E. F.; SANTOS, J. G. R. Biometria do Maracujazeiro Amarelo sob Cultivo Orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-5.

CRUZ, J. L. C.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.2, p.275-284, 2006.

CRUZ, M. C. M.; CAVALCANTE, L. F. ; FEITOSA FILHO, J. C.; GONDIM, S. C.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, Í. H. L. Comportamento do mamoeiro havaí fertirrigado com nitrogênio em plantas pulverizadas com biofertilizante e calda bordaleza. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Areia - PB, v. 25, p. 27-37, 2003

CUNHA, R. C. A.; COSTA, A. C. S.; MASET FILHO, B.; CASARINI, D. C. P. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I – physical and chemical aspects. **Water Science Technology**, v. 19, n. 8, p.155-165, 1981.

CUNHA, R. C. A.; COSTA, A. C. S.; MASET FILHO, B.; CASARINI, D. C. P. Effects of irrigation with vinasse and the dynamics of its constituents in the soil: 1 – Physical and chemicals aspects. **Water Science and Technology**, Colchester, v. 19, n. 18, p. 155-156, 1987.

CUTZ-POOL, L. Q.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; CASTAÑO-MENESES, G.; GARCÍACALDERÓN, N. E. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, México. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 36, p. 46-52, 2007.

DAMÉ, P. R. V. **Efeitos de queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a vegetação e mesofauna do solo de uma pastagem natural**. Santa Maria, 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos), Universidade Federal de Santa Maria, 1995.

DANTAS, J. D. N. **Aumento do número de ramos principais sobre a produção e nutrição mineral do maracujazeiro-azedo**. Areia: UFPB. 2003. 34p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

- DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. P.; NASCIMENTO, J. A. M.; RODOLFO JR., F.; MACEDO, J. P. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizantes, NPK e calcário. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRRJ, 2006. p. 547.
- DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando um futuro**. Londrina: IAPAR, 2002, 250p. il.
- DECAËNS, T.; MARIANI, L.; LAVELLE, P. Soil surface macrofaunal communities associated with Earthworm cast in grasslands of the Eastern Plains of Colômbia. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 87-100, 1999.
- DEVIDE, A.C. P.; AGUIAR, L. A. MIRANDA, S. C.; RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Determinação do efeito fitotóxico de um biofertilizantes líquido utilizado em viveiros de café, por meio de bioensaios em casa de vegetação. EMBRAPA, n. 42, p. 1- 4, 2000. (Comunicado Técnico).
- DIAS, I. M. **Ação de água salgada na salinização de um solo não salino cultivado com sorgo forrageiro**. 1998. 33p. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- DIAS, T. J. **Crescimento, produção e nutrição do maracujazeiro-amarelo em função do número de ramos principais**. 2003. 37f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica)- Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; RAPOSO, R. W. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Composição foliar de macronutrientes em maracujazeiro-amarelo e fertilidade do solo. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, Areia, v.26, p.81-97, 2004.
- DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- DOMINY, C. S.; HAYNES, R. J.; ANTWERPEN, R. van. Loss of soil organic matter and related soil properties under long-term sugarcane production on two contrasting soils. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 36, n. 5, p. 350-356, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 2ª ed., 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2ª ed., 2006, 306p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2ªed. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, jan./abr. 2007.
- FARIA, M. V.; SILVA, A. A.; JARDIM, C. A.; LUCAS JUNIOR, J.; LANA, R. M. Q. Aplicação de Biofertilizante de Dejetos Bovinos Leiteiros Aplicados na Cultura do Sorgo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-4.

- FARIAS, J. F.; SILVA, L. J. B.; ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. **Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 196-202, 2007.
- FEIGL, B. J. STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Effects of pasture introduction on soil CO₂ emissions during the dry season in the state of Rondônia, Brazil. **Biogeochemistry**, v. 31, p. 1-14, 1995.
- FERNANDES, R. A.; SOUTO, P. C.; ALMEIDA, P. G.; SOUTO, L. S.; QUEIROGA, V. P. Impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 6., PIBIC/CNPq/UFCG, 2009, CAMPINA GRANDE. **Anais... CAMPINA GRANDE: UFCG**, 2009.
- FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O. Efeitos de aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, n. 36, p. 3-7, 1987.
- FERREIRA, R. G.; TAVORA, F. J. A. F.; HERNANDES, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36(1), pp. 79-88. 2001.
- FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S.; SILVA JUNIOR, J. M. T. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 250-257, 2006.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, n.1, p.15-24, 2005.
- FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Maracujá. Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23).
- FOOLAD, M. R.; CHEN, F. Q.; LIN, G. Y. RFLP mapping of QTLs conferring salt tolerance during germination in an interspecific cross of tomato. **Theor. Applied Genetics**, v. 97, p.1133-1144, 1998.
- FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T.; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 124-127, 2005.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujazeiro amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura do solo. **Agrária (Recife. Online)**, v. 5, p. 102-110, 2010.
- FREIRE, W. J.; AGUIAR, M. A. Incorporação de vinhaça concentrada em dois solos distintos: Características químicas, físicas e mecânicas da mistura obtida. **Eng. Agric. Campinas-SP**, v. 13, p. 85-96. 1995.
- FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteri for irrigation. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. Soil salinity under irrigation. Berlin: Springer-Verlag, p. 143-172. 1984.
- GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 7-18, 2008.

GARIGLIO, H. A. A. **Alterações físicas e químicas e mobilidade de solutos em solos submetidos à aplicação de vinhaça proveniente da fabricação de álcool carburante.** 69 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2008.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio (^{15}N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, 2003, vol. 27, n. 4, p. 621-630.

GESTEL, C. A. M.; KRIDENIER, M.; BERG, M. P. Suitability of wheat straw decomposition, cotton strip degradation and bait-lamina feeding tests to determine soil invertebrate activity. **Biol Fertil Soils**, v. 37, n. 2, p. 115-123, 2003.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. et al. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 257-261, 2003.

GLÓRIA, N. A. O uso de resíduos da indústria sucroalcooleira. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13, 1996. Águas de Lindóia. **CDRom...** Águas de Lindóia: SBCS, 1996.

GLÓRIA, N. A.; MAGRO, J. A. Utilização agrícola de resíduos da usina de açúcar e destilaria da Usina da Pedra. In: Seminário Copersucar da Agroindústria Açucareira, 1, 1976, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Copersucar, 1976, p. 163-180.

GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça como fertilizante. **Boletim Técnico do Planalsucar**, Araras, v. 5, p. 5-38, 1983.

GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2000.

GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, S. O.; CÂMARA, T. R. Variabilidade genética de genótipos de bananeira (*Musa spp*) submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.171-177. 2005.

GOMES, M. M. S.; SOUTO, J. S.; RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, P. C.; LIMEIRA, C. H. Levantamento da macrofauna do solo em região semi-árida da Paraíba. In: FERTBIO 2008, Londrina-PR. **Anais...** Londrina, 2008. CD ROOM.

GOMES, M. M. S.; SOUTO, J. S.; RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, L. S.; LIMEIRA, C. H.; OLIVEIRA, F. T. Caracterização da macrofauna epigéica em diferentes sistemas de manejo no semiárido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-5.

GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

GONDIM, S. C.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; ARAUJO, K. D.; RODRIGUES, M. Q. Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**, v.5, n.2, p. 35-45, 2010.

GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.

- GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 31-36. 2003.
- GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, F. H. T. Evolução da salinidade do solo cultivado com meloeiro irrigado com água de baixa e alta salinidade. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2006, João Pessoa, PB.
- HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BORDUCCHI, A. S.; SARRUGE, J. R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, n.30, p.267-279, 1973.
- HARTE, J.; RAWA, A.; PRICE, V. Effects of manipulated soil microclimate on mesofaunal biomass and diversity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, n. 3, p. 313-322, 1996.
- HASSUDA, S. **Impactos da infiltração da vinhaça da cana-de-açúcar no Aquífero Bauru**. Tese de Mestrado. Instituto de Geociência-USP. São Paulo, 1989.
- HEILER, C. Erfassung der Collembolen und Milbenfauna einer Ackerflächen. **Zoologischer Anzeiger**, v. 223, n. 3/4, p.239-248, 1989.
- HEISLER, C.; KAISER, E. A. Influence of agricultural traffic and crop management on Collembola and microbial biomass in arable soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 3, p. 159-165, 1995.
- HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Barueri, SP: Manole, p.37-95. 2003.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M (eds). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p. 137-169.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- ICUMA, I. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. E. Efeito do uso de biofertilizante supermagro-agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. CD-ROM.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v. 1, 533p. 1985.
- INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA – INTERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. **Diário Oficial**, Cabedelo, 2008.
- KAISER, P. A.; LUSSENHOP, J. Collembolan effects on establishment of vesicular arbuscular mycorrhizae in soybean (*Glycine max*). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 4, p. 307-308, 1991.

- KE, X.; WINTER, K.; FILSER, J. Effects of soil mesofauna and farming management on decomposition of clover litter: a microcosm experiment. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 37, p. 731-738, 2005.
- KOZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agrônômicos e ambientais**. Sete Lagoas – MG. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005.16p. (EMBRAPA Circular Técnica 63).
- KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 187-228, 1999.
- LAGREID, M.; BOCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O. **Agriculture, fertilizers and the environment**. Cambridge: CABI, 1999.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 2004.
- LAVELLE, P.; BINELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; IENSON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. Soil function in changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **Eur. J. Soil Biol.**, v. 33, n. 4, p. 159-193, 1994.
- LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Biology**, New Jersey, v. 42, p. S3-S15, 2006.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A. **Soil Ecology**. Kluwer Academic Publishers (Ed.), Dordrecht, 2001. 654p.
- LEE, K.; FOSTER, R. C. Soil fauna and soil structure. **Australian Journal of Soil Research**, v. 29, n. 6, p. 745-776, 1991.
- LEJON, D. P. H.; CHAUSSOD, R.; RANGER, J. & RANJARD, L. Microbial community structure and density under different tree species in an acid forest (Morvan, France). **Microbiol. Ecol.**, 50:614-625, 2005.
- LEPRUN, J. C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**. Relatório do Convênio de Manejo e Conservação do Solo do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE, 1983. p. 91-141.
- LIMA A. A.; CUNHA M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura 2004. p.113.
- LIMA, A. A.; BORGES, A. L. Exigências edafoclimáticas. In: LIMA, A. A. & CUNHA, M. A. P. (eds.). **Maracujá: Produção e qualidade na Passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. Cap. 2. p. 39-44.
- LIRA, A. C. S.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M. Respiração do solo sob eucalipto e cerrado. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 15-28, 1999.
- LOBALTO, E. L.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, O. A. Condutividade hidráulica de amostras remoldadas de um latossolo roxo distrófico tratado com água/vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 22, n. , p. 181-188. 1998.
- LOPES, S. C. Citogenética do maracujá. In SÃO JOSÉ, A. R. **Maracujá. cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed., Campinas: ITAL, 1994. 267p.

- LUDOVICE, M. T. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático**. Campinas, FEC-UNICAMP. Dissertação de Mestrado, 1996.
- LYRA, M. R. C. C. **Efeito da vinhaça utilizada na fertirrigação sobre a qualidade de águas subsuperficiais**. Recife: UFRPE, 2002, 122p. Dissertação Mestrado.
- LYRA, M. R. C. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. A. Topossequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 525-532, 2003.
- MACEDO, J. P. S. Avaliação do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina, em função do espaçamento e da cobertura do solo. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, XIII, 2005. João Pessoa: UFPB, **Anais...** João Pessoa, 2005. p. 32.
- MACÊDO, J. P. S. **Desempenho do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina, em função do espaçamento, cobertura do solo e poda da haste principal**. 2006. 125f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- MACÊDO, J. P. S.; CAVALCANTE, L. F.; FEITOSA FILHO, J. C.; GONDIM, S. C.; SOUSA, G. B.; PINTO, J. M. Rendimento do maracujazeiro irrigado com água salina em função das distâncias de plantio e da cobertura do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXXIV, 2006, João Pessoa, PB.
- MADEJÓN, E.; LOPEZ, R.; MURILLO, J. M.; CABRERA, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 84, n. 1, p.55-65, 2001.
- MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba**. 2002. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1997. 281p.
- MALAVOLTA, E. Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (ED). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fósforo; Instituto Internacional da potassa, 2005. p.179-230.
- MANHÃES, M. S.; SOUZA, D.; BERTO, P. N. A. Acúmulo de potássio em solos de áreas canavieiras fertirrigadas no Norte Fluminense. **Agronomia**, Campos dos Goytacazes (RJ), v. 37, n. 1, p. 64-68, 2003.
- MARAUN, M.; ALPHEI, J.; BONKOWSKI, M.; BURYN, R.; MIGGE, S.; PETER, M.; SCHAEFER, M.; SCHEU, S. Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae) microhabitats for micro and mesofauna in forest soil. **Pedobiologia**, Germany, v. 43, p. 276-287, 1999.

- MARÍLIA, R. C. C.; LYRA, M. M. R.; JOSÉ, A. A. S. Topossequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.525-532, 2003 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- MARTIN, A. Short- and long-term effects of the endogeic earthworm *Millsonia anomala* (Omodeo) (Megascolecidae, Oligochæta) of tropical savannas, on soil organic matter. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 11, p. 234-238, 1991.
- MARTINS, S. P.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Caracterização de frutos de maracujá-amarelo produzidos em solo tratado com biofertilizante líquido. In: CONGRESSO BRASILEIROS DE FRUTICULTURA, 17. 2002, Belém – PA: CD – Rom/SBF. 2002.
- MATOS, A. T. **Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão–difusão do zinco, cádmio, cobre e chumbo, em solos do município de Viçosa**. 80f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Maracujá**. Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23).
- MATTER, U. F.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A. M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. DECARELI, L.; ZUCARELLI, C. Avaliação da biomassa microbiana em solo cultivado com três espécies de adubo verde de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM.
- MATTIAZZO, M. E.; GLÓRIA, N. A. Fracionamento de formas de fósforo em solos incubados com vinhaça. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 95, p. 24-37, 1980.
- MEDEIROS, A. P. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Saccharum STAB**, São Paulo, v.12, p. 36-40, 1981.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados de RN, PB e CE**. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **Qualidade de água de irrigação**. Mossoró, ENA/ESAM. 1994. 60p. (ESAM, Boletim Técnico Científico, 22).
- MEIRELLES, L.; BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A. L. **Biofertilizantes enriquecidos: Caminho sadio da nutrição e proteção das plantas**. Ipê: CAE, 1997. 24p.
- MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO, F. J. A. Desempenho das cultivares IAC – 273 e IAC – 277 de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) em pomares comerciais. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO-AMARELO, 3., 2002. Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV/SBF, 2002. p. 166 – 167.
- MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SIUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a cambisol of southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, n.1, p.69-76. 2010.
- MELO, V. F.; ALLLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo**. Viçosa, MG: SBCS, v. 2. parte 2. 2009. 685p.

MENESES, E. F. **Estado nutricional e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo em resposta ao biofertilizante e potássio no solo**. 2007. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MERLIM, A. O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MESQUITA, E. F. **Biofertilizantes na produção de mamão-qualidade dos frutos, composição mineral e fertilidade do solo**. 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

MIGUEL, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; SÁ, J. R.; ARAUJO, R. E. Ação da água salina e do substrato sobre a germinação e produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, IV. João Pessoa, **Anais...** João Pessoa - PB. 1997. v. 3, 91p.

MIKLÓS, A. A. W. Papel de cupins e formigas na organização e na dinâmica da cobertura pedológica. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (Ed.). **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 227-241.

MOREIRA, F. M. S. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. 629p.

MOURA, M. F. **Produção de tomateiro e qualidade fisiológica de sementes produzidas sob sistema orgânico e convencional**. 2002. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bring them together. **New Phytologist**, v.143, p.645-663, 2005.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P.Q.; SILVA, S. V., SOLIGO, R. V. Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 257-263, 2002.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology & biochemistry**, New York, v. 34, p. 1527 – 1536, 2002.

NASCIMENTO, J. A. M. **Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante irrigado com água de baixa e alta salinidade**. Areia-PB, 2010. 101f : il. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, E. V.; BARBOSA, J. A. Adubação nitrogenada e potássica no estado nutricional de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 187-192, 2006.

NEVES, M. C. P.; LIMA, I. T.; DOBEREINER, J. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 2, p.131-136, 1983.

NÓBREGA, C. C. N.; SOUTO, J. S.; DAMASCENO, M. M.; GOMES, M. M. S.; RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, L. S. Comportamento ecológico da macrofauna do solo em sistemas de manejo no semiárido da Paraíba, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-5.

NUNES JÚNIOR, D. Efeitos da elevada deposição de vinhaça sobre variedades de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, n. 37, p. 38-44, 1987.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes Sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agrária**, v.10, n.1, p.043-049, 2009.

NUNES, M. R.; VELLOSO, A. C. X.; LEAL, J. R. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis e outros elementos químicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 171-176. 1981.

OLIVEIRA, M. **As práticas dos desvios de fertilidade do solo**. 2 ed. rev. e ampl. Natal: AACCC/IIICA/IBD/Instituto Elo. 1999. 176p.

ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **Physiology of plants under stress**. New York: John Willey & Sons, 2000. 225p.

ORTIZ-CEBALLOS, A.; FRAGOSO, C.; BROWN, G. G. Synergistic effect of a tropical earthworm *Balanteodrilus pearsei* and velvetbean *Mucuna pruriens* var. *utilis* on maize growth and crop production. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 35, p. 356-362, 2007.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 1-18, 1999.

PARKINSON, D.; COLEMAN, D. C. Methods for assessing soil microbial populations, activity and biomass-microbial communities, activity and biomass. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 34, p. 3-33, 1991.

PASSIANOTO, C. C.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; LIMA, A. C. R.; RODRIGUES, C. L. Atividade e biomassa microbiana no solo com aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 2, p. 125-130, 2001.

PAULA, M. B.; HOLANDA, F. S. R.; MESQUITA, H. A.; CARVALHO, V. D. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 7p. 1217-1222, 1999.

PEIXOTO, M. C.; COELHO, M. B. Aplicação de vinhaça diluída em cana-de-açúcar por sistemas de aspersão. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, Rio e Janeiro, 1981 **Anais...** Rio de Janeiro, 1981. p. 195-214.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura Orgânica: formação e condução**. Viçosa: Aprenda Fácil, 321p. 2004.

PFLUG, A; WOLTERS, V. Influence of drought and litter age on Collembola communities. **Eur. J. Soil Biol.**, v. 37, n. 4, p. 305-308, 2001.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1997-2005, 2008.

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid: Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.

POGGIANI, F.; LIMA, W. P.; BALLONI, E. A. & NICOLELLO, N. Respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo. **IPEF**, v. 14, p. 129-148, 1977.

PRADO, R. M.; NATALE, W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil**. Uberlândia: EDUFU, 2006. 192p.

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B. Degradação e sorção de ametrina em dois solos com aplicação de vinhaça. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 975-981, 2001.

PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. **Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica**. Campinas, SP: SSA/Coordenadoria de Defesa Agropecuária, 2001. Folder.

PRAZERES, S. S. Resposta do maracujazeiro amarelo irrigado submetido à irrigação com água salina sob fertilização cálcica via foliar. 2010. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PREZOTTO, P. **Biodegradação do carbono orgânico, mineralização do nitrogênio e alterações químicas em solos tratados com vinhaça**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Pós-Graduação – IAC.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, p.142-154.

QUEIRÓZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas do solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p-1487-1492. 2004.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p. 2001.

RANZANI, G.; SOBRINHO, M. O. C. B.; MALAVOLTA, E.; COWRY, T. Vinhaça e Adubos Minerais. In: QUARTA REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Belo Horizonte, 1956 **Anais...** p. 207-214.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO. 1992. 133p (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, R.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 117p. 2000 (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, v. 48).

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p. 1089-1142. (Agronomy, 30).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

- RIBEIRO, A. C.; NOVAIS, R. F.; BAHIA FILHO, A. F. C. Efeitos da vinhaça sobre a dispersão de argila de amostras de latossolos. **Revista Ceres**. Viçosa, p. 13-18. 1983.
- RIBEIRO, A. C.; SENGIK, E. Efeitos da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas e químicas de duas amostras de latossolos. **Revista Ceres**. Viçosa, p. 25-31. 1983.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. 6. ed. México: Limusa, 1954. 160p.
- RICHARDS, L. A. Physical condition of Water in soil. In: BLACK, C. A. (ed.). **Methods of soil Analysis**. Madison: Society of Agronomy, 1965. Pte 1, p. 128-152 (Agronomy 9).
- RICI, M. S. F.; CAIXETA, I. F.; ARAUJO, J. B. S.; ALMEIDA, P. S.; PEDINI, S.; FERNANDES, M. C.; NANNETI, A. N.; SILVA, E.; MOREIRA, C. F.; NEVES, M. C. P. **Cultivo do café orgânico: adubação**. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/sistemadeproducao/café/adubacao.htm>. Acesso em: 15 de fev. 2008.
- RODELLA, A. A.; PARAZZI, C.; CARDOSO, A. C. Composição de vinhaça. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL STAB-SUL, 3, Águas de São Pedro, 1980. **Anais...** p. 243-256.
- RODOLFO JÚNIOR, F. **Biofertilizantes e adubação mineral com NPK no maracujazeiro-amarelo e na fertilidade do solo**. 2007, 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- RODOLFO JÚNIOR, F. **Emergência e comportamento vegetativo do tomateiro em solo irrigado com água salina e biofertilizante bovino**. 2005, 65p. (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia - PB.
- RODOLFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Caatinga**, v. 21, n. 5 (Número Especial), p. 134-145, 2008.
- RODRIGUES, A. C. **Biofertilizante supermagro: Efeitos no crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) e na fertilidade do solo**. 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio. **Magistra**, v. 20, p. 264-272, 2008.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n.2, p. 117-124, 2009.
- RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; FONSECA, T. G.; LOPES, J. F. B. Avaliação da condutividade elétrica e dos níveis do íon sódio no lençol freático do baixo Acaraú, Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005. 1 CD
- RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. & et al. Diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semi-árido da Paraíba. IV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2007.

ROLDFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante e adubação com NPK. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n. 5, p.134 – 145, 2008.

RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G. C.; CENTURION, M. A. P. C.; FERREIRA, F. R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2004.

ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S.B. (ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.

ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. F. Fauna edáfica em solo susceptível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.2, p. 87-96, 2004.

RUGGIERO, C. **Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro**. Jaboticabal: Funep, 1998, 388p.

RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 1, n. 206, p. 5-9. 2000.

RUIZ, H. A.; GHEY, H. R.; ALMEIDA, M. T. Torta de filtro e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico e no desenvolvimento de arroz irrigado. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa. v. 21, n. 4, p. 659-665. 1997.

SÁ, J. R. **Níveis de salinidade da água sobre o comportamento do maracujazeiro amarelo** (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) **cultivado em recipientes de polietileno**. 1999. 53f. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SAMPAIO, S. C. **Perda de carga em tubulações comerciais conduzindo águas residuárias da bovinocultura e suinocultura**, 1999. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. 2. ed. Niterói: EMATER-RIO, 1992. 16p.

SANTOS, A. C. V. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante orgânico líquido no campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n.16, p.21-26, 1991.

SANTOS, C. J. O. **Avaliação do maracujazeiro-amarelo e do solo submetido a condicionadores químicos, adubação potássica e irrigado com água salina**. 2001. 88f. (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro – amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. 2004, 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e da Água). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

SANTOS, J. A. S. **Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão** (*Gossypium hirsutum* L.) Campina Grande, 1981. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFPB/CCT.

SANTOS, J. B. **Produção e qualidade de mudas de maracujazeiro irrigadas com água salina**. 1999. 57f. (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

- SANTOS, M. F. G. **Recuperação de um solo sódico: efeitos do gesso agrícola, composto de lixo urbano e vinhaça**. 2002. 112f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- SANTOS, M. F. G.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, C. C. Solo sódico tratado com gesso agrícola, composto de lixo urbano e vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 307-313, 2005.
- SÃO JOSÉ, A. R. **A cultura do maracujazeiro: práticas de cultivo e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1993. 29p.
- SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIERES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUSA, I. V. B.; BONFIM, M. P. Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 2000. 316p.
- SAUTER, K. D.; KOBIYAMA, M.; USHIWATA. Influência do lodo de esgoto doméstico e lodo de água sobre a mesofauna edáfica. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 745-750. 1996.
- SAVIN, M. C.; GÖRRES, J. H.; NEHER, D. A.; AMADOR, J. A. Biogeophysical factors influencing soil respiration and mineral nitrogen content in an old field soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, n.4-5, p. 429-438, 2001.
- SCHILENTER, R. E.; CLEVE, K. V. Relationships between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 15, p. 97- 106, 1985.
- SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MARCHETTE, D. **Construção e funcionamento de Biodigestores**. Brasília, DF: EMBRAPA – DID, 1980, 60p. (EMBRAPA – CPAC. Circular Técnico, 4).
- SENGIK, E.; RIBEIRO, A. C.; CONDÉ, A. R. Efeito da vinhaça em algumas propriedades de amostras de dois solos de Viçosa. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-15. 1988.
- SILVA JÚNIOR, J. M. T.; TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V. F. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 378-382, 2009.
- SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n.2, p.291-299, 1998.
- SILVA, G. A.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, J. L. Atividade microbiana em LUVISSOLO do semi-árido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v. 27, n. 1, p.13–20, 2006.
- SILVA, G. M. A.; ORLANDO FILHO, J. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça do Brasil. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, 1981.
- SILVA, J. F. **Resposta do maracujazeiro-amarelo ao biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida**. Areia, 2000. 34f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

- SILVA, J. M. **Germinação e desenvolvimento inicial de porta-enxertos de mangueira sob condições de salinidade**. 2002. 85p. (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.
- SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In.: MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 2 ed. Porto Alegre, Genesis, 2004, 290p.
- SILVA, M. R. M. **Viabilidade de uso de vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico**. Areia-PB, 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- SILVA, P. S. V. L. **Desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo ao biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida**. 2003. 34f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.
- SILVA, R. F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 42, n.6, p.865-871, 2007.
- SILVA, V. M.; TRIVELIN, P. C. O.; COLAÇO, W.; ENCARNAÇÃO, F. A. F., CABEZAS, W. A. R. L. Mineralização e volatilização do nitrogênio da vinhaça – ¹⁵N na presença ou não de uréia e de palha de cana-de-açúcar. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 117-124, 1999.
- SILVEIRA, J. P. A. **Uso de biofertilizantes via solo na produção de milho-verde em sistema agroecológico**. 2007, 53f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- SILVEIRA, K. R. **Gesso e vinhaça na recuperação de um solo afetado por sódio trocável**. Areia: UFPB/CCA, 1997, 55p. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.
- SILVEIRA, R. R. **Recuperação de um solo afetado por sódio: efeito do gesso e da incubação com vinhaça e água destilada**. Areia. UFPB/CCA, 1999, 53p. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.
- SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botan. Rev.**, n. 43, p. 449-528, 1977.
- SKAMBRACKS, D.; ZIMMER, M. Combined methods for the determination of microbial activity of leaf litter. **European Journal Soil Biology.**, Oxford, v. 34, n. 3, p.105-110, 1998.
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Produção do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. CD-Rom.
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Rev. Brás. Ciênc. Agrár.** Recife, v. 3, n. 2, p. 151-156, 2008.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 491-497, 2002.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; BARCELOS-OLIVEIRA, J. L. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSAL, 2010. parte 4, cap. 19, p. 337-363.

SOUSA, G. B. **Interação biofertilizante x salinidade da água x volume de substrato na emergência e crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; BECKMANN CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 172-180, 2008.

SOUSA, G. B.; SOUSA, G. G.; RODOLFO JÚNIOR, F.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, L. F. 2006. "Crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em substrato com biofertilizante bovino". In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19. **Anais...** Cabo Frio, set. 2006. CD ROM.

SOUTO, J. S.; ALVES, A. R.; SANTOS, R. V., SOUSA, A. A.; FREIRE, A. L. O.; RODRIGUES, C. R. F.; SILVA, G. A. Decomposição de serapilheira de espécies arbóreas, enterrada e aplicada na superfície de um Luvissole na Paraíba - Brasil. In: FERTBIO 2004, Lages - SC. **Anais...** Lages, 2004. CD-ROM.

SOUTO, J. S.; GOMES, M. M. S.; RODRIGUES, M. Q.; LIMEIRA, C. H.; SOUTO, P. C. Distribuição da Macrofauna do Solo em Áreas com Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) e Malva Branca (*Sida Cordifolia*). In: FERTBIO 2008, Londrina-PR. **Anais...** Londrina, 2008. CD ROOM.

SOUTO, J. S.; SOUTO, L. S.; ALMEIDA, P. G.; SOUTO, P. C.; SOUSA, F. Q.; SOUSA, F. Q. Mesofauna edáfica do solo em diferentes ambientes no semiárido da Paraíba. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009. p. 1-4.

SOUTO, P. C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano**. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SANTOS D. R.; BAKKE, O. A.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, L. S. Influência da aplicação de diferentes esterco na população de fungos, bactérias e nematóides em solo degradado no semi-árido paraibano. In: V simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. **Anais...** p. 261-263, Belo Horizonte/MG, 2002.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A.; TEÓFILO, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Evapotranspiração do maracujá nas condições do vale do curu. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n.2, p.11-16, 2009.

STEPPUHN, H. Pre-irrigation of a severely-saline soil with in situ water to establish dry land forages. **Trans. Am. Soc. Agron. Eng.**, 44:1543-1551, 2001.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v. 7, p. 38-47, 1992.

- STOTAKY, G. Soil as an environment for microbial life. In: VAN ELSAS, J. D.; TREVORS, J.T.; WELLINGTON, E.M.H. (Ed.). **Modern soil microbiology**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 1-20.
- STUPIELLO, P.; PEXE, C. A.; MONTEIRO, H.; SILVA, L. H. Efeitos da aplicação da vinhaça como fertilizante na qualidade de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, p. 185-194, 1977.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372p. (Studies in Ecology, 5).
- SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 10, p. 74, 1994.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.
- TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- TOCCHINI, R. P.; NISIDA, L. A. C.; HASHIZUME, T. et al. III Processamento: produtos, caracterização e utilização. In: **Maracujá**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1994. 267p.
- TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise do solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.
- TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, p. 1131 – 1139, 1997.
- TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico típico coberto com aveia preta (*Avena sp.*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, Bagé, v. 7, n. 2, p. 83-89. 2002.
- TRIVELIN, P. C. O.; BERDASSOLLI, J. A.; OLIVEIRA, M. W. Potencialidade da mistura de aquamônia com vinhaça na fertilização de canaviais colhidos sem despalha a fogo: Estabilidade química da mistura. **STAB Açúcar**, Álcool Subp., 16: 26-29, 1997.
- TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Campinas, 1992. 360p.
- VALLEJO, L. R.; FONSECA, C. L.; GONÇALVES, D. R. P. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucalyptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v 47, n. 3, p.363-70, 1987.
- VANHALA, P. Seasonal variation in the soil respiration rate in coniferous forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, n.10, p. 1375-1379, 2002.
- VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.
- VASCONCELLOS, J. N.; OLIVEIRA, C. G. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça das destilarias de álcool de Alagoas – Safra 1978/79. **Saccharum STAB**, São Paulo, 4 (14): 32-6. 1981.

- VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 255, n.2, p. 571–586, 2003.
- VIEIRA A. C. B.; MARINHO, F. B.; CRISPIM, M. C. Variação temporal de parâmetros físicos e químicos em três diferentes tipos de ambientes aquáticos do semi-árido paraibano. In: ENCONTRO INTERCONTINENTAL SOBRE A NATUREZA, 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Instituto Hidroambiental Águas do Brasil, 2005.1 CD
- VIEIRA, D. B. **Noções de irrigação e drenagem**. 2. ed. São Paulo: Universidade Estadual de Limeira, 1972.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In.: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 7, 2006, p. 300-322.
- WALKER, D. Diversity and stability. In: EDWARDS, C. A. (Ed.) **Ecological concepts**. Oxford: Blackwell Scientific Public, 1989. p. 115-146.
- WICHERN, J.; WICHERN, W.; JOERGENSEN, R. G. Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. **Geoderma**, v.137, n.1, p.100-108, 2006.
- WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, p. 60-71, 2005.

ANEXOS

Tabela 1. Resumo das análises de variância, referentes ao pH, matéria orgânica (MO), carbono (C), fósforo (P), alumínio (Al) e hidrogênio mais alumínio (H+Al) no solo

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios					
		pH	MO	C	P	Al	H+Al
Bloco	2	0,167 ^{NS}	3,674 ^{NS}	1,932 ^{NS}	1263,991 ^{NS}	0,00000 ^{NS}	0,534 ^{NS}
Água (A)	1	0,038 ^{NS}	34,307*	14,220*	218,504 ^{NS}	0,00004 ^{NS}	0,094 ^{NS}
Erro (A)	2	0,151	1,360	0,533	520,7082	0,00017	0,251
Insumo (I)	1	0,002 ^{NS}	14,593**	1,113 ^{NS}	10653,338**	0,00038 ^{NS}	0,026 ^{NS}
Doses (D)	4	0,090 ^{NS}	2,638 ^{NS}	1,508 ^{NS}	8325,226**	0,00017 ^{NS}	0,208 ^{NS}
I x D	4	0,133 ^{NS}	6,072*	2,137 ^{NS}	2059,285 ^{NS}	0,00017 ^{NS}	0,140 ^{NS}
A x I	1	0,000 ^{NS}	0,622 ^{NS}	0,672 ^{NS}	2270,580 ^{NS}	0,00004 ^{NS}	0,019 ^{NS}
A x D	4	0,193 ^{NS}	8,596**	1,551 ^{NS}	3935,970**	0,00004 ^{NS}	1,342**
A x I x D	4	0,100 ^{NS}	2,825 ^{NS}	1,718 ^{NS}	903,376 ^{NS}	0,00004 ^{NS}	0,226 ^{NS}
Erro (B)	36	0,09035	1,90649	1,33992	928,6787	0,0001296	0,29453
D / A ₁							
Efeito linear	1	-	0,639 ^{NS}	-	4130,081*	-	0,025 ^{NS}
Ef. quadrático	1	-	4,311 ^{NS}	-	3430,408 ^{NS}	-	0,928 ^{NS}
D / A ₂							
Efeito linear	1	-	4,913 ^{NS}	-	10975,538**	-	0,012 ^{NS}
Ef. quadrático	1	-	9,260*	-	2002,167 ^{NS}	-	4,653**
D / I ₁							
Efeito linear	1	-	1,270 ^{NS}	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	0,508 ^{NS}	-	-	-	-
D / I ₂							
Efeito linear	1	-	17,163*	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	0,065 ^{NS}	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo comb.	-	-	1,851841	-	887,8817	-	0,290177
CV Erro A (%)	-	6,08	16,37	17,53	13,50	521,54	32,86
CV Erro B (%)	-	4,70	19,38	27,79	18,03	455,42	35,60

GL = grau de liberdade; NS = não significativo; CV = Coeficiente de variação; * e ** respectivamente significativos para 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Resumo das análises de variância, referentes ao potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B) e ferro (Fe) no solo

Fontes de variação		Quadrados médios					
		K	Ca	Mg	S	B	Fe
Bloco	2	253,778 ^{NS}	0,241 ^{NS}	0,186 ^{NS}	7,2809 ^{NS}	0,059 ^{NS}	966,618*
Água (A)	1	15411,24**	2,993*	1,507 ^{NS}	99,717 ^{NS}	0,067 ^{NS}	5911,926**
Erro (A)	2	17,789	0,173	0,268	21,214	0,017	51,653
Insumo (I)	1	6295,553**	1,536**	0,293 ^{NS}	1293,726**	0,002 ^{NS}	49,577 ^{NS}
Doses (D)	4	941,736 ^{NS}	0,201 ^{NS}	0,346 ^{NS}	436,223**	0,044*	204,962 ^{NS}
I x D	4	5822,126**	0,311 ^{NS}	0,310 ^{NS}	175,049**	0,037 ^{NS}	922,839**
A x I	1	81,667 ^{NS}	0,017 ^{NS}	0,005 ^{NS}	41,617*	0,002 ^{NS}	636,744*
A x D	4	220,750 ^{NS}	0,348 ^{NS}	0,194 ^{NS}	1088,998**	0,021 ^{NS}	446,969*
A x I x D	4	1957,982**	0,242 ^{NS}	0,179 ^{NS}	299,951**	0,015 ^{NS}	925,968**
Erro (B)	36	476,6117	0,15251	0,278002	8,38864	0,01661	165,46294
D / A ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	-	23,915**	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	7,667**	-
D / A ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₁							
Efeito linear	1	695,045 ^{NS}	-	-	13,068 ^{NS}	-	189,154 ^{NS}
Ef. quadrático	1	535,714 ^{NS}	-	-	178,231**	-	384,689 ^{NS}
D / I ₁ e A ₂							
Efeito linear	1	4612,800**	-	-	35,861 ^{NS}	-	525,092 ^{NS}
Ef. quadrático	1	6188,001**	-	-	9,677 ^{NS}	-	30,158 ^{NS}
D / I ₂ e A ₁							
Efeito linear	1	3577,392**	-	-	1552,177**	-	773,075*
Ef. quadrático	1	1068,077 ^{NS}	-	-	1032,771**	-	2784,043**
D / I ₂ e A ₂							
Efeito linear	1	3930,785**	-	-	33,729 ^{NS}	-	200,208 ^{NS}
Ef. quadrático	1	2308,809*	-	-	69,557*	-	1,069 ^{NS}
Resíduo comb.	-	430,7294	-	-	9,67118	-	154,0819
CV Erro A (%)	-	3,56	21,44	33,05	22,86	39,50	7,78
CV Erro B (%)	-	18,41	20,13	33,67	14,38	39,05	13,92

NS, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3. Resumo das análises de variância, referentes ao cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e sódio (Na) no solo

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Cu	Zn	Mn	Na
Bloco	2	0,047 ^{NS}	0,497 ^{NS}	1,568 ^{NS}	0,0033 ^{NS}
Água (A)	1	0,052 ^{NS}	11,669*	39,035*	0,0807*
Erro (A)	2	0,040	0,586	1,852	0,0032
Insumo (I)	1	0,000 ^{NS}	0,261 ^{NS}	7,636 ^{NS}	0,0180 ^{NS}
Doses (D)	4	0,031**	1,514 ^{NS}	1,864 ^{NS}	0,0062
I x D	4	0,038**	0,199 ^{NS}	4,846 ^{NS}	0,0236**
A x I	1	0,089**	1,405 ^{NS}	16,333**	0,0027 ^{NS}
A x D	4	0,007 ^{NS}	4,490**	8,089**	0,0021 ^{NS}
A x I x D	4	0,096**	0,465 ^{NS}	2,778 ^{NS}	0,0058 ^{NS}
Erro (B)	36	0,005259	0,70623	2,15902	0,00620833
D / A ₁					
Efeito linear	1	0,055*	0,780 ^{NS}	6,774 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	0,001 ^{NS}	0,324 ^{NS}	0,322 ^{NS}	-
D / A ₂					
Efeito linear	1	0,065*	10,185**	12,862*	-
Ef. quadrático	1	0,071*	6,995*	2,823 ^{NS}	-
D / I ₁					
Efeito linear	1	0,001 ^{NS}	-	5,424 ^{NS}	0,0209 ^{NS}
Ef. quadrático	1	0,001 ^{NS}	-	1,987 ^{NS}	0,0227 ^{NS}
D / I ₂					
Efeito linear	1	0,057*	-	1,810 ^{NS}	0,0213 ^{NS}
Ef. quadrático	1	0,0003 ^{NS}	-	0,702 ^{NS}	0,0002 ^{NS}
D / I ₁ e A ₁					
Efeito linear	1	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₂					
Efeito linear	1	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₁					
Efeito linear	1	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₂					
Efeito linear	1	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-
Resíduo comb.	-	0,00873	0,694207	2,128318	-
CV Erro A (%)	-	95,09	21,48	14,31	19,73
CV Erro B (%)	-	34,48	23,58	15,46	27,49

NS, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4. Valores médios de pH do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	6,30	6,50	6,43	6,77	6,50
7,5	6,43	6,20	6,10	6,33	6,27
15,0	6,47	6,20	6,67	6,13	6,37
22,5	6,43	6,20	6,57	6,43	6,41
30,0	6,43	6,73	6,37	6,20	6,43
Média	6,41	6,37	6,43	6,37	6,40

Tabela 5. Valores médios de alumínio do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15,0	0,017	0,000	0,000	0,000	0,004
22,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30,0	0,017	0,017	0,000	0,000	0,008
Média	0,007	0,003	0,000	0,000	0,002

Tabela 6. Valores médios de magnésio do solo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	1,32	1,65	1,47	1,37	1,45
7,5	1,62	1,93	1,12	2,22	1,72
15,0	1,75	2,27	1,35	1,48	1,71
22,5	1,53	1,93	1,33	1,67	1,62
30,0	1,13	1,23	1,47	1,50	1,33
Média	1,47	1,80	1,35	1,65	1,57

Tabela 7. Resumo da análise de variância, referente à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		CE _s
Bloco	2	0.023167 ^{NS}
Água (A)	1	131.720167**
Insumo (I)	1	2.440167**
Doses (D)	4	1.497750**
A x I	1	1.980167**
A x D	4	1.220583**
I x D	4	0.623917**
A x I x D	4	0.654750**
Resíduo	38	0.166500**
Regressão		
D C/ANS e B		
Efeito L.	1	0.000333 ^{NS}
Efeito Q.	1	0.019286 ^{NS}
D C/ANS e V		
Efeito L.	1	0.005333 ^{NS}
Efeito Q.	1	0.003810 ^{NS}
D C/AS e B		
Efeito L.	1	5.461333*
Efeito Q.	1	0.857143*
D C/AS e V		
Efeito L.	1	0.161333 ^{NS}
Efeito Q.	1	1.303810**
CV (%)	16.40	

Tabela 8. Resumo da análise de variância referente à respiração edáfica no solo

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
		Respiração edáfica
R	2	2726,85450 ^{NS}
A	1	4550,06460 ^{NS}
Erro (A)	2	560,90741
I	1	98,75391 ^{NS}
A x I	1	340,86391 ^{NS}
D	2	40270,32783*
A x D	2	3991,47658 ^{NS}
I x D	2	429,45943 ^{NS}
A x I x D	2	3680,13693 ^{NS}
Erro (B)	20	1673,57075
E	1	82932,00043**
A x E	1	3347,10460 ^{NS}
I x E	1	772,60835 ^{NS}
A x I x E	1	1980,62085 ^{NS}
D x E	2	36978,16075**
A x D x E	2	4898,92741*
I x D x E	2	3902,99845*
A x I x D x E	2	357,58554 ^{NS}
Erro (C)	24	1177,73800
P	1	28267,41668**
A x P	1	1,29391 ^{NS}
I x P	1	23,48210 ^{NS}
A x I x P	1	244,01043 ^{NS}
D x P	2	1576,38700*
A x D x P	2	646,51880 ^{NS}
I x D x P	2	1019,28679 ^{NS}
A x I x D x P	2	262,25762 ^{NS}
E x P	1	4587,24002**
A x E x P	1	359,89252 ^{NS}
I x E x P	1	177,44460 ^{NS}
A x I x E x P	1	1585,69877 ^{NS}
D x E x P	2	902,99825 ^{NS}
A x D x E x P	2	993,94408 ^{NS}
I x D x E x P	2	633,20470 ^{NS}
A x I x D x E x P	2	188,05012 ^{NS}
Erro (D)	48	406,3472
D/P=1		
Linear	1	23820,88521**
D/P=2		
Linear	1	54509,75005**
CV Erro A (%)	-	9,29
CV Erro B (%)	-	16,04
CV Erro C (%)	-	13,46
CV Erro D (%)	-	7,91
D/A=1 e E=0		
Linear	1	63674,60167**
D/A=1 e E=225		
Linear	1	9738,495938*
D/A=2 e E=0		
Linear	1	74973,08167**
D/A=2 e E=225		
Linear	1	5834,401667 ^{NS}
D/I=1 e E=0		
Linear	1	82286,17042**
D/I=1 e E=225		
Linear	1	126,730104 ^{NS}
D/I=2 e E=0		
Linear	1	57261,97042**
D/I=2 e E=225		
Linear	1	121,950417 ^{NS}

NS, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da análise de variância, referente ao diâmetro do caule do maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		Diâmetro
Bloco	2	0,392 ^{NS}
Água (A)	1	0,524 ^{NS}
Erro (A)	2	7,689
Insumo (I)	1	3,935 ^{NS}
Doses (D)	4	0,479 ^{NS}
I x D	4	33,209 ^{NS}
A x I	1	19,216 ^{NS}
A x D	4	20,370 ^{NS}
A x I x D	4	3,326 ^{NS}
Erro (B)	18	14,539
IDADE (ID)	9	895,269**
A x ID	9	6,560**
I x ID	9	0,259 ^{NS}
A x I x ID	9	0,328 ^{NS}
D x ID	36	0,724 ^{NS}
A x D x ID	36	1,157 ^{NS}
I x D x ID	36	1,009 ^{NS}
A x I x D x ID	36	0,645 ^{NS}
ID/A1	-	-
Ef. Linear	-	4425,838**
Ef. quadrático	-	62,620**
ID/A2	-	-
Ef. Linear	-	3399,456**
Ef. quadrático	-	175,957**
Erro (C)	-	0,869346
CV Erro A (%)	-	21,89
CV Erro B (%)	-	30,10
CV Erro C (%)	-	7,36

NS, ** = não significativo, significativo a 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Tabela 10. Resumos das análises de variância, referentes ao período da poda da haste principal (PPHP) e área foliar (AF) do maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		PPHP	AF
Bloco	2	231,800 ^{NS}	310975,13 ^{NS}
Água (A)	1	0,067 ^{NS}	5171930,30*
Erro (A)	2	14,867	101204,63
Insumo (I)	1	38,400**	3444238,89**
Doses (D)	4	5,275*	1218269,21**
I x D	4	13,192**	1636447,92**
A x I	1	1,067 ^{NS}	1098328,49**
A x D	4	28,692**	373261,73*
A x I x D	4	24,942**	554679,62**
Erro (B)	36	1,75926	142449,93
D / I ₁ e A ₁			
Efeito linear	1	4,800 ^{NS}	341007,438 ^{NS}
Ef. quadrático	1	91,524**	2260820,517**
D / I ₁ e A ₂			
Efeito linear	1	1,633 ^{NS}	105543,50 ^{NS}
Ef. quadrático	1	22,881*	1966783,687**
D / I ₂ e A ₁			
Efeito linear	1	45,633**	179693,111 ^{NS}
Ef. quadrático	1	0,024 ^{NS}	942167,905*
D / I ₂ e A ₂			
Efeito linear	1	0,133 ^{NS}	1278422,724 ^{NS}
Ef. quadrático	1	21,429*	849374,880*
Erro comb.	36	3,070034	138325,4
CV Erro A (%)	-	8,51	10,83
CV Erro B (%)	-	2,93	12,84

NS, * e ** = não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 11. Resumo da análise de variância, referente ao número de ramos produtivos (NRP) do maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		NRP
Bloco	2	17,304 ^{NS}
A	1	592,204**
Erro (A)	2	3,004167
I	1	90,038*
A x I	1	7,704 ^{NS}
D	4	109,702**
A x D	4	14,610 ^{NS}
I x D	4	97,152**
A x I x D	4	4,319 ^{NS}
Erro (B)	18	12,767130
ID	3	491,915**
A x ID	3	108,749**
I x ID	3	74,582**
A x I x ID	3	2,626 ^{NS}
D x ID	12	99,210**
A x D x ID	12	19,947 ^{NS}
I x D x ID	12	13,849 ^{NS}
A x I x D x ID	12	13,144 ^{NS}
Erro (C)	138	9,591123
D/I ₁	-	-
Efeito linear	1	8,817 ^{NS}
Efeito quadrático	1	48,762 ^{NS}
D / I ₂	-	-
Efeito linear	1	214,704**
Efeito quadrático	1	262,527**
CV Erro A (%)	-	7,89
CV Erro B (%)	-	16,28
CV Erro C (%)	-	14,11

NS, * e ** = não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 12. Resumo da análise de variância, referente ao número de frutos (NF) e massa média de frutos (MMF) do maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		NF	MMF
Bloco	2	11,317 ^{NS}	545,284 ^{NS}
Água (A)	1	112,067*	14706,079 ^{NS}
Erro (A)	2	1,817	1440,801
Insumo (I)	1	4,2667 ^{NS}	6274,611**
Doses (D)	4	42,775 ^{NS}	3041,123**
I x D	4	12,058 ^{NS}	4932,899**
A x I	1	0,000 ^{NS}	7302,611**
A x D	4	63,775 ^{NS}	3950,435**
A x I x D	4	127,792**	6661,833**
Erro (B)	36	30,21482	582,7156
D / I ₁ e A ₁			
Efeito linear	1	1,200 ^{NS}	1324,254 ^{NS}
Ef. quadrático	1	4,667 ^{NS}	380,262 ^{NS}
D / I ₁ e A ₂			
Efeito linear	1	58,800 ^{NS}	532,934 ^{NS}
Ef. quadrático	1	64,381 ^{NS}	1690,817 ^{NS}
D / I ₂ e A ₁			
Efeito linear	1	0,300 ^{NS}	33300,034**
Ef. quadrático	1	10,500 ^{NS}	2792,442 ^{NS}
D / I ₂ e A ₂			
Efeito linear	1	120,000*	781,269 ^{NS}
Ef. quadrático	1	27,524 ^{NS}	421,413 ^{NS}
Erro comb.	-	27,37504	668,5241
CV Erro A (%)	-	4,93	19,44
CV Erro B (%)	-	20,09	12,37

NS e ** = não significativo, significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 13. Resumo da análise de variância, referente à produção por planta (PP) do maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		PP
Bloco	2	0,714 ^{NS}
Água (A)	1	1,134 ^{NS}
Erro (A)	2	0,564
Insumo (I)	1	4,676 ^{NS}
Doses (D)	(4)	3,849*
Efeito linear	1	5,963*
Efeito quadrático	1	0,468 ^{NS}
I x D	4	3,369 ^{NS}
A x I	1	4,379 ^{NS}
A x D	4	0,612 ^{NS}
A x I x D	4	2,177 ^{NS}
Erro (B)	36	1,46840
CV Erro A (%)	-	14,28
CV Erro B (%)	-	23,05

NS e ** = não significativo, significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 14. Resumo das análises de variância, referentes ao diâmetro equatorial, diâmetro longitudinal, percentagem de casca, firmeza, rendimento em polpa, pH e acidez titulável dos frutos de maracujazeiro amarelo

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios						
		DE	DL	%C	F	RP	pH	AT
Bloco	2	16,236 ^{NS}	47,849 ^{NS}	18,5740 ^{NS}	5,618 ^{NS}	15,0452 ^{NS}	0,008 ^{NS}	0,138 ^{NS}
Água (A)	1	48,961 ^{NS}	0,683 ^{NS}	72,9410 ^{NS}	0,096 ^{NS}	65,7307 ^{NS}	0,003 ^{NS}	0,024 ^{NS}
Erro (A)	2	14,5002	84,778	5,6882	13,006	6,5182	0,006	0,011
Insumo (I)	1	15,201 ^{NS}	21,600 ^{NS}	2,7301 ^{NS}	33,750*	2,4000 ^{NS}	0,001 ^{NS}	1,817*
Doses (D)	4	6,565 ^{NS}	50,581 ^{NS}	28,9546 ^{NS}	17,134 ^{NS}	20,3886 ^{NS}	0,007 ^{NS}	0,212 ^{NS}
I x D	4	13,755 ^{NS}	5,474 ^{NS}	82,9015**	18,093 ^{NS}	84,7971**	0,004 ^{NS}	0,330 ^{NS}
A x I	1	31,104 ^{NS}	72,600 ^{NS}	4,8717 ^{NS}	5,163 ^{NS}	1,3500 ^{NS}	0,001 ^{NS}	0,236 ^{NS}
A x D	4	52,3144*	29,714 ^{NS}	21,2234 ^{NS}	9,313 ^{NS}	18,1953 ^{NS}	0,015 ^{NS}	0,702 ^{NS}
A x I x D	4	22,482 ^{NS}	29,649 ^{NS}	10,1810 ^{NS}	10,359 ^{NS}	9,5421 ^{NS}	0,019*	0,702 ^{NS}
Erro (B)	36	16,204648	27,37019	22,307635	7,80239	19,84944	0,00661	0,33577
D / A ₁								
Efeito linear	1	-	17,328 ^{NS}	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	3,315 ^{NS}	-	-	-	-	-
D / A ₂								
Efeito linear	1	-	101,936 ^{NS}	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	3,372 ^{NS}	-	-	-	-	-
D / I ₁								
Efeito linear	1	-	45,633 ^{NS}	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	0,644 ^{NS}	-	-	-	-	-
D / I ₂								
Efeito linear	1	-	13,736 ^{NS}	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	2,149 ^{NS}	-	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₁								
Efeito linear	1	-	33,11097	-	-	-	0,005 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	-	10,91	-	-	-	0,004 ^{NS}	-
D / I ₁ e A ₂								
Efeito linear	1	-	47,849 ^{NS}	-	-	-	0,003 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	-	0,683 ^{NS}	-	-	-	0,002 ^{NS}	-
D / I ₂ e A ₁								
Efeito linear	1	-	84,778	-	-	-	0,016 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	-	21,600 ^{NS}	-	-	-	0,006 ^{NS}	-
D / I ₂ e A ₂								
Efeito linear	1	-	50,581 ^{NS}	-	-	-	0,005 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	-	5,474 ^{NS}	-	-	-	0,009 ^{NS}	-
Resíduo comb.	-	-	72,600 ^{NS}	-	-	-	0,006549	-
CV Erro A (%)	-	5,13	29,714 ^{NS}	4,66	20,26	5,83	2,49	0,30329
CV Erro B (%)	-	5,43	29,649 ^{NS}	9,22	15,69	10,17	2,61	2,49

GL = grau de liberdade; NS = não significativo; CV = Coeficiente de variação; * e ** respectivamente significativos para 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 15. Resumo das análises de variância, referentes aos teores sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e vitamina 'C' dos frutos de maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		SS	SS/AT	Vit. C
Bloco	2	4,609 ^{NS}	0,223 ^{NS}	21,087 ^{NS}
Água (A)	1	2,243 ^{NS}	0,087 ^{NS}	2,054 ^{NS}
Erro (A)	2	0,432	0,087	85,287
Insumo (I)	1	2,166 ^{NS}	1,501*	4,670 ^{NS}
Doses (D)	4	4,962 ^{NS}	0,371 ^{NS}	69,458*
I x D	4	3,302 ^{NS}	0,437 ^{NS}	76,069*
A x I	1	2,993 ^{NS}	0,596 ^{NS}	133,325*
A x D	4	0,763 ^{NS}	0,543 ^{NS}	51,924 ^{NS}
A x I x D	4	7,454*	1,353**	142,869**
Erro (B)	36	2,08311	0,35428	25,30634
D / A ₁				
Efeito linear	1	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-
D / A ₂				
Efeito linear	1	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-
D / I ₁				
Efeito linear	1	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-
D / I ₂				
Efeito linear	1	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-
D / I ₁ e A ₁				
Efeito linear	1	2,133 ^{NS}	0,475 ^{NS}	254,975*
Ef. quadrático	1	11,734*	0,184 ^{NS}	0,034 ^{NS}
D / I ₁ e A ₂				
Efeito linear	1	2,080 ^{NS}	0,005 ^{NS}	0,312 ^{NS}
Ef. quadrático	1	0,040 ^{NS}	0,158 ^{NS}	229,040*
D / I ₂ e A ₁				
Efeito linear	1	0,096 ^{NS}	1,381*	20,717 ^{NS}
Ef. quadrático	1	12,926*	3,181**	41,541 ^{NS}
D / I ₂ e A ₂				
Efeito linear	1	7,105 ^{NS}	0,302 ^{NS}	15,180 ^{NS}
Ef. quadrático	1	6,720 ^{NS}	1,828 ^{NS}	179,056*
Resíduo comb.	-	1,917999	0,327552	31,30441
CV Erro A (%)	-	6,04	11,07	28,08
CV Erro B (%)	-	13,27	22,35	15,30

GL = grau de liberdade; NS = não significativo; CV = Coeficiente de variação; * e ** respectivamente significativos para 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 16. Diâmetro longitudinal (mm) dos frutos do maracujazeiro amarelo em função, das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, irrigado com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média geral
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	84,40	80,73	80,87	85,57	82,89
7,5	80,90	79,37	82,83	84,47	81,89
15,0	89,60	80,10	85,07	86,90	85,42
22,5	81,03	88,60	83,70	86,03	84,84
30,0	88,13	85,33	86,60	88,17	87,06
Média geral	84,81	82,83	83,81	86,23	84,42

Tabela 17. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na matéria seca do maracujazeiro amarelo

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	17,891 ^{NS}	0,305 ^{NS}	2,694 ^{NS}	0,873 ^{NS}	1,222 ^{NS}	0,810 ^{NS}
Água (A)	1	83,285*	0,812 ^{NS}	0,005 ^{NS}	18,509 ^{NS}	0,090 ^{NS}	0,033 ^{NS}
Erro (A)	2	2,403	0,297	11,051	1,892	0,737	5,793
Insumo (I)	1	14,751 ^{NS}	0,007 ^{NS}	30,090 ^{NS}	6,478*	0,525 ^{NS}	0,869 ^{NS}
Doses (D)	4	22,079 ^{NS}	0,203 ^{NS}	2,744 ^{NS}	0,659 ^{NS}	6,572**	13,457**
I x D	4	10,877 ^{NS}	0,210 ^{NS}	11,050 ^{NS}	24,658**	1,250 ^{NS}	5,605 ^{NS}
A x I	1	24,743 ^{NS}	0,365 ^{NS}	7,413 ^{NS}	1,573 ^{NS}	0,007 ^{NS}	0,479 ^{NS}
A x D	4	5,441 ^{NS}	0,553*	14,635 ^{NS}	4,001*	3,612**	3,854 ^{NS}
A x I x D	4	2,610 ^{NS}	0,034 ^{NS}	15,975 ^{NS}	8,611**	2,290 ^{NS}	5,194 ^{NS}
Erro (B)	36	16,79661	0,18085	7,44691	1,49995	0,92181	2,28483
D / A ₁							
Efeito linear	1	-	0,010 ^{NS}	-	-	9,753 ^{NS}	23,915**
Ef. quadrático	1	-	0,165 ^{NS}	-	-	0,367 ^{NS}	-
D / A ₂							
Efeito linear	1	-	0,009**	-	-	9,825 ^{NS}	-
Ef. quadrático	1	-	0,130**	-	-	0,001 ^{NS}	-
D / I ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	7,115*	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	10,812*	-	-
D / I ₁ e A ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	0,018 ^{NS}	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	6,728*	-	-
D / I ₂ e A ₁							
Efeito linear	1	-	-	-	0,835 ^{NS}	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	10,197*	-	-
D / I ₂ e A ₂							
Efeito linear	1	-	-	-	3,002 ^{NS}	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	2,798 ^{NS}	-	-
Resíduo comb.	-	-	0,192465	-	1,539155	0,903329	-
CV Erro A (%)	-	6,08	13,63	17,18	19,47	18,71	21,78
CV Erro B (%)	-	4,70	10,64	14,10	17,33	20,92	13,68

GL = grau de liberdade; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação; * e ** respectivamente significativos para 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 18. Valores médios de potássio (K) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média geral
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	20,02	19,60	22,71	17,20	19,88
7,5	20,09	18,04	18,90	17,84	18,72
15,0	18,12	16,56	18,05	23,91	19,16
22,5	18,47	20,30	19,21	21,12	19,77
30,0	18,33	16,92	19,74	21,97	19,24
Média geral	19,01	18,29	19,72	20,40	19,35

Tabela 19. Resumo das análises de variância, referentes aos teores foliares de boro, ferro, manganês, zinco e sódio na matéria seca do maracujazeiro amarelo

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios				
		B	Fe	Mn	Zn	Na
Bloco	2	5,113 ^{NS}	30,466 ^{NS}	3387,381 ^{NS}	58,355 ^{NS}	672425,804 ^{NS}
Água (A)	1	7,280 ^{NS}	4,571 ^{NS}	282623,832**	328,255 ^{NS}	642283,819 ^{NS}
Erro (A)	2	23,414	15,010	3057,529	39,909	478172,965
Insumo (I)	1	18,559 ^{NS}	32,003 ^{NS}	7525,952 ^{NS}	354,294**	564508,960 ^{NS}
Doses (D)	4	184,709**	49,883 ^{NS}	8914,719 ^{NS}	101,562 ^{NS}	546789,992 ^{NS}
I x D	4	117,755**	146,013 ^{NS}	17253,742**	29,932 ^{NS}	837254,068 ^{NS}
A x I	1	238,722**	39,593 ^{NS}	12757,500 ^{NS}	2,243 ^{NS}	145878,704 ^{NS}
A x D	4	154,814**	35,888 ^{NS}	20483,261**	69,626 ^{NS}	613688,080 ^{NS}
A x I x D	4	71,549*	163,542 ^{NS}	5832,721 ^{NS}	68,647 ^{NS}	672425,804 ^{NS}
Erro (B)	36	20,9235	121,8580	3557,5645	44,484500	382739,43
D / A ₁						
Efeito linear	1	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-
D / A ₂						
Efeito linear	1	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-
D / I ₁						
Efeito linear	1	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-
D / I ₂						
Efeito linear	1	-	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	-	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₁						
Efeito linear	1	19,651 ^{NS}	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	16,444 ^{NS}	-	-	-	-
D / I ₁ e A ₂						
Efeito linear	1	220,974**	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	347,674**	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₁						
Efeito linear	1	8,060 ^{NS}	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	4,359 ^{NS}	-	-	-	-
D / I ₂ e A ₂						
Efeito linear	1	33,002 ^{NS}	-	-	-	-
Ef. quadrático	1	624,356**	-	-	-	-
Resíduo comb.	-	21,17255	-	-	-	-
CV Erro A (%)	-	19,28	5,74	17,18	16,99	24,29
CV Erro B (%)	-	18,22	16,37	14,10	17,93	21,73

GL = grau de liberdade; NS = não significativo; CV = Coeficiente de variação; * e ** respectivamente significativos para 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 20. Valores médios de ferro (Fe) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média geral
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	68,72	56,10	72,04	77,82	68,67
7,5	63,34	67,00	65,96	70,62	66,73
15,0	68,24	61,22	60,42	68,72	64,65
22,5	69,88	70,07	64,02	64,46	67,11
30,0	68,80	73,71	75,72	61,90	70,03
Média geral	67,80	65,62	67,63	68,70	67,44

Tabela 21. Valores médios de sódio (Na) referentes aos teores foliares na matéria seca do maracujazeiro amarelo em função das doses de potássio, oriundo do biofertilizante bovino e vinhaça, sob irrigação com água não salina e salina

Doses de potássio (mg L ⁻¹)	Insumos				Média geral
	Biofertilizante bovino		Vinhaça		
	Tipos de água		Tipos de água		
	Não salina	Salina	Não salina	Salina	
0,0	2603,45	2389,24	2813,61	3080,35	2721,66
7,5	2837,86	2170,99	3310,72	3048,02	2841,90
15,0	2910,60	3282,43	2619,61	2805,52	2904,54
22,5	2886,35	2684,28	2328,61	2498,36	2599,40
30,0	3274,35	2457,95	3916,96	3015,69	3166,24
Média geral	2902,52	2596,98	2997,90	2889,59	2846,75