

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DO PISOTEIO OVINO SOBRE ATRIBUTOS
DO SOLO, EM ÁREA DE COQUEIRAL**

EDNALDO BARBOSA PEREIRA JUNIOR

PATOS

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EDNALDO BARBOSA PEREIRA JUNIOR

**EFEITO DO PISOTEIO OVINO SOBRE ATRIBUTOS DO
SOLO, EM ÁREA DE COQUEIRAL**

Dissertação apresentada á universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Sistemas Agrosilvopastoris no Semi-árido para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

PATOS
PARAIBA – BRASIL
2006

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO
CAMPUS DE PATOS - UFCG

P436e

2006

Pereira Junior, Ednaldo Barbosa.

Efeito do pisoteio ovino nos atributos do solo, em área de coqueiral - Patos:
CSTR/UFCG, 2006.

35 p.

Inclui bibliografia.

Orientador: Jacob Silva Souto.

Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia – Sistemas Agrosilvopastoris) –
Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina
Grande.

1 – Solo – compactação. 2 – Atributos químicos – solo I – Título.

CDU: 631.425

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

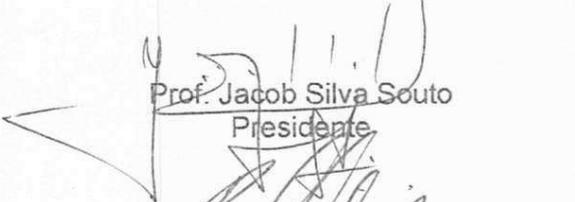
TÍTULO: "Efeito do Pisoteio Ovino sobre Atributos do Solo, em Área de Coqueiral".

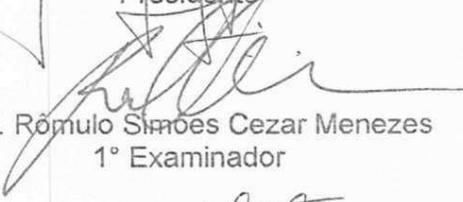
AUTOR: Ednaldo Barbosa Pereira Júnior

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

JULGAMENTO

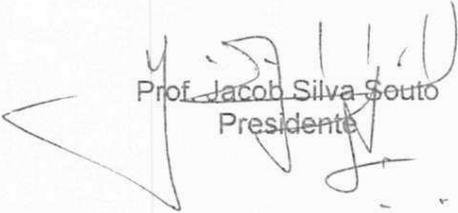
CONCEITO: APROVADO


Prof. Jacob Silva Souto
Presidente


Prof. Rômulo Simões Cezar Menezes
1º Examinador


Prof. Antônio Amador de Sousa
2º Examinador

Patos, 22 de dezembro de 2006.


Prof. Jacob Silva Souto
Presidente

Aos meus pais: Ednaldo Barbosa Pereira e Maria Edna de Figueiredo Pereira

Aos meus irmãos: Eliedna Maria P. Barbosa, Eliezer e Eliezebio de Figueirêdo Pereira.

Aos meus avós paternos: Luiz Panta Barbosa e Maria Luiza Barbosa Pereira (In memoriam).

Aos meus avós maternos: João Figueiredo de Lima e Rita Paulina de Lima (In memoriam).

OFEREÇO.

À minha maravilhosa e companheira esposa Adinelha Fernandes e aos meus filhos Maria Luiza e Gabriel Fernandes que foram a minha fortaleza nos momentos difíceis nesta caminhada, que sempre estiveram ao meu lado confortando-me com amor, compreensão, carinho e paciência.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, ONIPOTENTE, o meu eterno orientador nos momentos de alegria e difíceis da minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Jacob Silva Souto, pelo grande ser humano que é, exemplo de humildade e sensibilidade, pelos momentos de conversa que sempre foi uma fonte inesgotável de conhecimento e que sempre me fortalecia com as suas palavras simples de incentivo e orientação que levarei durante a minha vida profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva, pelo apoio e confiança.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ-UFCG), pelos ensinamentos transmitidos.

Aos amigos Dallison Coura, Iremar, Djair, Edílson, Werlaneide, Mario Damasceno, Junior Souto Maior, Maria José, Hugo e Edmundo Bernardino Campo (In memoriam) pessoas adoráveis que sempre estiveram do meu lado dando apoio diretamente ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Aos companheiros de trabalho Hermano Oliveira e Miguel Wanderley pela cooperação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao ex-Coordenador geral de Produção e Pesquisa da Escola agrotécnica Federal de Sousa, Jose Evânio da Costa Siebra e o atual, Everaldo Mariano Gomes pelo apoio e incentivo.

Ao ex-Diretor da Escola Agrotécnica Federal de Sousa, Francisco Tomaz de Oliveira, pelo reconhecimento e a necessidade da busca de novos conhecimentos.

Aos funcionários da Biblioteca do campus de Patos.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Manejo de solos compactados.....	03
2.2 Alterações nos atributos físicos do solo pelo pisoteio animal.....	04
2.3 Alterações nos atributos químicos do solo pelo pisoteio animal.....	07
2.4 Importância da ovinofruticultura.....	08
3 MATERIAL E MÉTODO.....	10
3.1 Características gerais da área de estudo.....	10
3.2 Cronograma e unidade experimental.....	10
3.3 Caracterização físico-químico do solo da área de estudo.....	11
3.3.1 Amostragem do solo.....	11
3.3.2 Determinações físicas e químicas das amostras de solo.....	11
3.3.3 Atributos físicos analisados.....	12
3.3.3.1 Densidade aparente(da).....	12
3.3.3.2 Densidade de partículas (dp).....	12
3.3.3.3 Porosidade total, microporosidade e macroporosidade.....	12
3.3.3.4 Umidade atual do solo (gravimétrica).....	12
3.3.4 Atributos químicos analisados.....	13
3.3.5 Tratamentos utilizados e delineamento estatístico.....	13

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Influência do pisoteio ovino nos atributos físicos do solo.....	15
4.1.1 Densidade aparente do solo.....	15
4.1.2 Porosidade total.....	17
4.1.3 Microporosidade e macroporosidade.....	18
4.1.4 Umidade atual do solo.....	20
4.2 Influência do pisoteio ovino nos atributos químicos do solo.....	23
5. CONCLUSÕES.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE TABELAS

	página
TABELA 1 - Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.....	11
TABELA 2 - Esquema de análise de variância do experimento.....	14
TABELA 3 - Valores médios do pH e da matéria orgânica do solo na profundidade de 0 – 20 cm, antes e depois do pisoteio ovino no coqueiral, em um NEOSSOLO FLÚVICO.....	23
TABELA 4 - Teores médios de P, K, Ca e Mg do solo na profundidade de 0 – 20cm, antes e depois do pisoteio ovino no coqueiral em um NEOSSOLO FLÚVICO.....	25

LISTA DE FIGURAS

	página
FIGURA 1 - Densidade aparente do solo (kg dm^{-3}) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa -PB).....	15
FIGURA 2 - Porosidade total do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, sob um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa - PB).....	17
FIGURA 3 - Microporosidade do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa - PB).....	18
FIGURA 4 - Macroporosidade do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa - PB).....	19
FIGURA 5 - Valores médios dos teores de água no solo nas profundidades 0 – 5 cm (A) e 5 – 10 cm (B), após aplicação dos tratamentos.....	21
FIGURA 6 - Valores médios dos teores de água no solo profundidades 10 – 15 cm (A) e 15 – 20 cm (B), após aplicação dos tratamentos.....	22

RESUMO

PEREIRA JUNIOR, E. B. Efeito do pisoteio ovino sobre atributos do solo, em área de coqueiral. Patos: UFCG, 2006. 35 f. (Dissertação – Pós-Graduação em Zootecnia)

Com o objetivo de avaliar o efeito do pisoteio ovino nos atributos químicos e físicos de um NEOSSOLO FLÚVICO, em área de coqueiro (*Cocus nucifera*), foi conduzido experimento em blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições na Fazenda Experimental da Escola Agrotécnica Federal de Sousa, na Paraíba, Brasil. Os tratamentos utilizados foram: piquetes sem animais, com dois animais, quatro animais e seis animais. Foram coletadas amostras de solo antes da instalação do experimento e após a aplicação dos tratamentos para análise dos atributos físicos (densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e umidade do solo) na camada de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm de profundidade e, na camada de 0-20 cm, para análise dos atributos químicos (pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio). Os resultados mostraram que as características físicas do solo foram influenciadas significativamente pelo pisoteio ovino ($p < 0,05$), exceto para a umidade do solo ($p < 0,01$), na camada de 0-5 cm. Em relação a camada de 5 - 10 cm, apenas a umidade do solo foi influenciada pelo pisoteio ($p < 0,01$). As concentrações de cálcio e magnésio diminuíram à medida que adicionou-se animais nos piquetes. O pisoteio ovino causou o aumento na densidade do solo, diminuição da porosidade total e mudanças no tamanho dos poros na camada de 0-5 cm.

Palavras-chave: Compactação do solo, Conteúdo de água, Semi-árido, Cálcio e magnésio

ABSTRACT

PEREIRA JUNIOR, E. B. Effect of the sheep treading attributes of the soil, in *Cocus nucifera* area. Patos: UFCG, 2006. 35 f. (Dissertation - Master's Degree in Zootecnia)

In order to evaluate the effect the sheep stocking in the chemical and physical attributes of “NEOSSOLO FLÚVICO” soil, in *Cocus nucifera* area, an experiment was carried out in a randomized block design with four treatments and three replications at the Experimental Station of the Escola Agrotécnica Federal de Sousa, at Paraíba, Brazil. The treatments were: without animals, two animals, four animals and six animals by picket. Were collected soil sampling before and after in the animals access to soil density, total porosity, macroporosidad, microporosidad and soil humidity analysis, in the 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm and 15-20 cm layer to physical analysis and, 0-20 cm layer to chemical analysis (pH, organic matter, phosphorus, potassium, calcium and magnesium). The results showed that physical characteristics were influenced significantly by stocking ($p < 0,05$), excet in soil humidity ($p < 0,01$), in the 0-5 cm layer. In relation to 5-10 cm layer, only the soil humidity were influenced by stocking ($p < 0,01$).. Calcium and magnesium concentrations decreased with addition of animals in the pickets. The results allow to conclude that sheep stocking induced the increase of soil density, decrease the total porosity and change in the pore size in the 0-5 cm layer.

Index terms: Soil compaction, Water content, Semi-arid, calcium and magnesium.

1 INTRODUÇÃO:

Algumas vantagens credenciam a ovinofruticultura como um instrumento de alto potencial para o sistema de produção integrada ou para a produção de frutas orgânicas, cujo mercado se encontra em acelerada expansão. Por outro lado, a consorciação praticada sem o adequado manejo pode acarretar desvantagens para a fruticultura, podendo ser mencionados como mais importantes os danos às fruteiras jovens, uma maior competição por nutrientes e umidade entre a fruteira e a vegetação usada como pasto e a compactação do solo (Guimarães Filho e Soares 2000).

A ovinocultura desempenha importante papel social como fator de fixação do homem à terra, no Semi-árido Nordeste. Criados em regime extensivo nessa região, os ovinos têm apresentado baixos níveis produtivos e reprodutivos, em virtude, principalmente, de o regime alimentar a que vem sendo submetido. O pasto nativo constitui a principal fonte de alimentação, e está sendo utilizado em condições constantes de superpastoreio. Além disso, na maior parte do ano, a forragem disponível é quantitativa e qualitativamente insuficiente para atender às demandas nutricionais do rebanho. A suplementação alimentar dos ovinos, em períodos de seca, ocorre, somente, depois de satisfeitas as necessidades do rebanho bovino. A pastagem, por ser a principal e mais econômica fonte de alimentos para o rebanho, é um dos mais importantes fatores na produção animal, e precisa ser bem planejada, a fim de maximizar o lucro do produtor, evitar riscos e estresses desnecessários sobre o animal e manter o equilíbrio do ecossistema. (Araújo Filho e Carvalho, 1998).

A compactação dos solos constitui um tema de crescente importância em face do aumento da mecanização agrícola e do pisoteio animal nas atividades agrícolas, que acarretam alteração no arranjo das partículas do solo. Nos sistemas de pastejo, a

intensidade do pisoteio e ou o tempo de permanência dos animais na área também determinam o grau de degradação estrutural que pode ocorrer ao solo.

A principal consequência do pisoteio animal excessivo é a compactação do solo, caracterizada pelo aumento da densidade do solo como resultados de cargas ou pressões aplicadas (Leão et al., 2004).

Com o incentivo governamental ao aproveitamento das vegetações xerófilas decíduas por sua abundância no Nordeste semi-árido para o forrageamento de caprino e ovino e como fonte de renda para os agricultores, surge a necessidade de se conhecer as alterações que podem ocorrer na camada arável do solo pela a pressão exercida pelo pisoteio animal.

Em regiões que apresentam períodos de estiagens prolongadas, o uso da irrigação tem sido indicado como uma alternativa para evitar quedas de produção agrícola. No entanto, um monitoramento inadequado desta técnica, poderá incrementar o processo de degradação da qualidade estrutural considerando que, os maiores efeitos da compactação são evidenciados principalmente quando o solo encontra-se com umidade elevada (Betteridge et al, 1999).

Com base nessa realidade foi desenvolvido trabalho de campo com ovinos no semi-árido da Paraíba, para avaliar a possível deterioração em alguns atributos físicos e químicos da camada arável do solo, provocada pelo pisoteio animal em uma área ocupada com a cultura do coqueiro, comparada com área similar sem pisoteio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Importância da ovinofruticultura

No Brasil, alguns ensaios da Embrapa e de produtores individuais, mostraram ser possíveis viabilizar ovinos em áreas de pêssego (região de Pelotas, RS), com bovinos em coqueirais (litoral nordestino) e com ovinos em pomares irrigados de mangueiras e videiras (vale do São Francisco, PE/BA) (Guimarães Filho e Soares, 2000).

Os ovinos se alimentam normalmente de quase todas as espécies do estrato herbáceo que vegetam naturalmente nos pomares irrigados na região de Petrolina-PE. Algumas poucas espécies são rejeitadas, como o capim amargoso (*Digitaria insularis* (L) Fedde) e rabo-de-raposa (*Papophorum* sp.) além da malva-branca (*Sida cordifolia* L.). Em ensaio conduzido na empresa Novo Fronteira Agrícola S.A., município de Curaçá (BA) observou-se que os animais, durante sua permanência em um piquete com mangueiras, ingeriram, seqüencialmente, as espécies nativas mais apetecíveis, depois as folhas dos ramos inferiores das fruteiras e, finalmente, retidas no piquete pela cerca elétrica, as espécies menos palatáveis do estrato herbáceo. Esta retenção é necessária para que o pasto de cada piquete seja consumido de modo uniforme. Uma limitação do sistema é sua baixa capacidade de resposta em área onde as vegetações espontâneas, existentes entre as fruteiras, são escassas ou de baixa palatabilidade. Este problema pode ser contornado com o cultivo de pastos de gramíneas forrageiras, exceto nas áreas de coroamento das fruteiras (Guimarães Filho e Soares, 2000).

Acredita-se que a caprino-ovinocultura, por sua adequação aos agroecossistemas locais; por sua baixa necessidade de capital inicial; por sua capacidade de acumulação de renda em pequena escala e por sua fácil apropriação sócio-cultural, configura-se como uma alternativa agropecuária apropriada para a geração da renda e garantia de segurança alimentar da população do semi-árido nordestino (Holanda Júnior e Araújo, 2004).

A possibilidade de integrar, no mesmo espaço, a criação de animais com cultivo de espécies arbóreas, de modo especial de frutíferas, tem despertado crescente interesse nos últimos anos, em função do enorme potencial de benefícios que o sistema pode trazer a esse tipo de empreendimento rural. Resultados promissores têm sido observados com essa prática, principalmente em países asiáticos (Filipinas, Malásia, Sri Lanka, entre outros), onde essa alternativa já é uma realidade em áreas cultivadas com coqueiros, dendezeiros, seringueiras e mangueiras. Nas Filipinas, onde se encontra mais de um terço dos coqueiros do mundo, animais são criados em cerca de 25% dessas unidades produtivas (Payne, 1989), foram registrados rendimentos adicionais correspondentes a até 50% na receita bruta anual do coco com o uso do consórcio com ovinos (Parawan e Ovalo, 1987). Em Cuba, resultados animadores foram obtidos em estudos de consorciação de ovinos com produção de cítricos (Perez e Perez - Borroto, 1990).

2.2 Alterações nos atributos físicos do solo pelo pisoteio animal

Leão et al. (2004), enfatizam que a degradação das pastagens cultivadas tem representado uma ameaça à sustentabilidade do sistema de produção de carne no Brasil. A maior parte dos estudos que abordam o problema relaciona o processo de degradação com as interações entre fatores zootécnicos (taxa de lotação animal), da planta (perda de vigor, alterações morfológicas) e do solo (propriedades químicas), enquanto o problema da degradação física do solo tem sido deixado em segundo plano.

A compactação afeta a qualidade do solo e a sua avaliação é baseada na condição atual em que se encontra o solo em comparação a uma condição natural ou sem restrições ao crescimento e produtividade das culturas (Silva et al., 2004). Fatores externos e internos condicionam a resposta do solo à compactação e decorrente disso, o grau de degradação da qualidade estrutural. Os fatores externos são caracterizados, pelo tipo, pela intensidade e pela frequência da pressão exercida, seja por máquinas agrícolas, equipamentos de

transporte ou pisoteio de animais e, os internos, pelas propriedades físicas, mais especificamente, pelo teor de carbono orgânico, pela textura e pela umidade do solo (Defosse e Richards, 2002).

A principal consequência do pisoteio animal excessivo é a compactação do solo, caracterizada pelo aumento da densidade do solo como resultado de cargas ou pressões aplicadas. Deste modo, a maioria dos estudos que avaliam os efeitos do pisoteio sobre a qualidade física do solo se baseiam na quantificação da densidade do solo e outras propriedades físicas do solo afetadas pela compactação, tais como: resistência à penetração (Imhoff et al., 2000), características de retenção de água (Bell et al., 1997) e infiltração (Francis et al., 1999).

Greenwood et al. (1997), observaram que a compactação do solo provocada pelo pastejo de ovelhas limitou-se aos primeiros 5 cm do solo, mas mesmo assim, o pastejo excessivo resultou aumento da porosidade, da densidade do solo e da resistência à penetração e, conseqüentemente, reduções na condutividade hidráulica saturada dos solos estudados, quando comparados aos solos das parcelas não pastejadas.

Daniel e Maretti. (1990); conceituaram camada do solo compactada, como a faixa do perfil que, em sua extensão superficial ou sub-superficial, apresenta, devido a uma carga de compressão mecânica, um valor de densidade do solo maior do que no seu estado natural.

O manejo de solo em pastagem encontra-se incipiente, apesar de problemas bastante graves relacionados com a degradação das propriedades físicas dos solos cultivados com pastagem. A compactação ou adensamento de solos de pastagens cultivadas ou nativas é fato notório e generalizado. Atualmente, alguma preocupação já vem sendo notada porque, em muitas áreas, a produtividade das forrageiras vem diminuindo rapidamente. Sinais de degradação de pastagens são vistos nos mais variados locais e diferentes regiões. A infiltração de água no solo tem reduzido drasticamente, resultando em escoamento superficial de água e arraste de solo pela erosão. Com o adensamento do solo, começam a aparecer áreas descobertas que se torna cada vez mais endurecida, chegando a não ocorrer cobertura do solo sem que haja intervenção do homem (Costa et al., 1996).

Segundo Pinzón e Mesquita (1991), em geral, o pisoteio dos animais compacta o solo nos primeiros 15 cm, ocasionando uma severa diminuição no movimento interno da água e um aumento na densidade do solo. Isto traz, como consequência, uma diminuição na porosidade e trocas desfavoráveis na relação solo-água-atmosfera que afetam o desenvolvimento das raízes das plantas e a sua produtividade.

Segundo Nichols e Clanton (1985), citado por Vallentine (1990), pastagens irrigadas freqüentemente, sobre solos com textura tendendo a franco/arenosa, pode não requerer a remoção total da carga animal. Por outro lado, em solos de textura média a pesada (argilosa), maiores aplicações de água por irrigação ou chuva, muitas vezes, requerem que os animais sejam temporariamente removidos da pastagem até que o solo esteja apto a suportar os animais sem o risco de sofrer impactos severos.

Warren et al. (1986), analisando as respostas do solo ao pisoteio animal sob um sistema de pastejo rotacional intensivo, observaram que os efeitos deletérios do pastejo tenderam a aumentar com o aumento da taxa de lotação. Segundo estes autores, apesar de alguns estudos evidenciarem que a movimentação dos animais pela pastagem melhora a taxa de infiltração e reduz os processos erosivos dos solos devido a quebra de crostas superficiais pelo impacto físico dos cascos dos animais no solo, sem com isso causar compactação, eles observaram que o pisoteio em solo seco causou destruição dos agregados de ocorrência natural e compactação na camada superficial do solo, enquanto que no solo úmido, houve uma deformação nos agregados existentes, levando à criação de crostas superficiais impermeáveis compostas de torrões de solo densos e instáveis.

Greenwood et al. (1998), ao avaliar o potencial de regeneração natural das propriedades físicas degradadas de solos, após a exclusão do pastejo e observaram que depois de dois anos e meio houve um significativo aumento da condutividade hidráulica não saturada dos solos estudados quando comparados aos tratamentos de controle que continuavam sendo pastejadas. A condutividade hidráulica não saturada e a densidade do solo das camadas superficiais das parcelas não pastejadas, foram comparáveis a pastagens não utilizadas há 27 anos. Segundo estes autores, a recuperação natural das propriedades físicas do solo nas áreas estudadas, foi devido à atividade biológica e ciclos de umedecimento e secagem na ausência do efeito compactação do pisoteio animal.

2.3 Alterações nos atributos químicos do solo pelo pisoteio animal

Nascimento Jr. (1998), em revisão sobre degradação de pastagens e critérios para avaliação, menciona que ao manter uma taxa de lotação mais ou menos constante nos anos de exploração, a cada ano essa pressão de pastejo será maior, em razão da menor recuperação do pasto a cada estação de crescimento, devido a incapacidade de recuperação da planta, onde a pastagem começará a apresentar os primeiros sinais de deteriorização. Nesse ponto, o “pool” de nutrientes disponíveis para o crescimento da planta será tão baixo que não propiciará a recuperação da pastagem nos níveis exigidos pelo consumo dos animais.

A compactação do solo pode afetar o “status” dos nutrientes tanto de maneira benéfica como em seu detrimento. A compactação aumenta as taxas de movimentação dos nutrientes para as raízes por difusão e osmose. Por outro lado, compactação do solo resulta em um decréscimo na quantidade de nutrientes mineralizados da matéria orgânica do solo. Se a compactação causa um incremento no “run-off” e reduz a água do solo, isto ocasionará uma diminuição do fluxo interno, e, em consequência, um menor transporte de nutrientes (Seixas , 1988).

Em solos muito compactados, podem ocorrer rapidamente à depleção de água e de nutriente disponíveis ao sistema radicular que explora um pequeno volume de solo. Por outro lado, em solos com baixos valores de densidade, o crescimento deficiente de plantas pode ser devido à menor absorção de nutrientes em consequência do baixo contato solo - raízes. (Stirzaker et al., 1996).

O pastejo indiscriminado, sem um adequado manejo das pastagens, pode provocar, ainda, um empobrecimento do solo, provavelmente causado pela erosão hídrica em razão da diminuição da cobertura superficial. Este empobrecimento pode ser aumentado em decorrência da extração de nutrientes pelos animais ao consumirem a forragem, embora parte dela retorne ao solo através dos dejetos, contribuindo para a reciclagem de nutrientes (Bertol et al. 1998).

Murphy et al. (1995), em trabalho realizado para avaliar os efeitos do pastejo de bovinos e ovinos sobre os organismos do solo, fertilidade e compactação, observaram que as áreas pastejadas somente com carneiros (S) e naquelas pastejadas com uma combinação

de bovinos e carneiros (CS), ocorreu um aumento relativamente pequeno na densidade do solo em relação à área pastejadas apenas com bovino (C). Apresentaram tendência de aumento nos níveis de N, P, K, Ca e C na área de S e nos níveis de N e K na área CS em relação a área C. Segundo esses autores, os maiores níveis de nutrientes nos solos pastejados por carneiros pode ser reflexo de uma distribuição mais uniforme das fezes e urina destes animais na área, comparada à distribuição promovida pelos bovinos que é uma deposição concentrada e desuniforme. Além disso, os autores citam que a maior compactação na área C provavelmente afetou negativamente o desenvolvimento dos organismos do solo e o crescimento das raízes das plantas.

Bertol et al., (1998) trabalhando com oferta de forragem a 4% constataram redução nos valores de cálcio e magnésio no solo, atribuindo essa diminuição ao aumento da carga animal e exportação através do pastejo, podendo ser parcialmente explicado, ainda pela perda de nutrientes por erosão, em função da menor cobertura superficial do solo.

2.4 Manejo de solos compactados

A influência da compactação na difusão de nutrientes (movem-se principalmente por difusão, no solo, íons que reagem com a superfície das partículas, como é o potássio em certas condições, e o fósforo) ainda não é muito clara. Existem experimentos nos quais a compactação aumenta, e outros nos quais ela diminui o coeficiente de difusão dos íons (Camargo e Alleoni, 1997).

O teor de matéria orgânica parece ser dependente da umidade do solo no momento da aplicação de determinada pressão externa. Ainda é necessário determinar a influência do teor de carbono na susceptibilidade do solo à compactação para diferentes tipos de solos e umidade (Zhang et al., 1997).

Naeth et al. (1990), trabalhando com impactos da compactação provocados pelo pisoteio animal, sugerem que pessoas que trabalham com o manejo de pastagens, poderiam utilizar regimes de pastejo seletivos, que mantivesse a superfície do solo em condições de suportar as forças de compactação promovidas pelo pastejo, evitando com isso alterações na densidade do solo e na resistência à penetração, que são danosas ao desenvolvimento das plantas. Segundo os autores, estes regimes de pastejo mantêm altos níveis de matéria

orgânica no solo, que promove um efeito amortecedor efetivo entre o solo e o pisoteio animal, minimizando os principais fatores da compactação.

Saxon et al. (1998), estudando a influência das práticas culturais na compactação do solo, constataram que as práticas culturais modificam a densidade do solo e, conseqüentemente, a infiltração de água, especialmente em áreas onde há intensa mecanização do solo, causando um grande impacto nas condições físicas e nos processos químicos e biológicos do solo.

Em solos compactados, para que se possa viabilizar a produção agrícola, faz-se necessário adotar técnicas que permitam a quebra das camadas de impedimento, propiciando, assim, condições para o desenvolvimento das plantas. No entanto, em alguns casos, os trabalhos de subsolagem podem ser feitos pelas próprias plantas, sendo essa capacidade limitada para cada espécie de planta (Cordeiro e Batista, 1999).

Segundo Lal et al. (1989), a compactação em sistemas de mínima movimentação do solo pode contribuir parcialmente com as possíveis reduções de produtividade das culturas nesse sistema. Leguminosas de verão possuem sistema radicular pivotante, e de um modo geral, são capazes de penetrarem em solos compactados ou adensados.

Para Sarrantonio e Scott (1988), os adubos verdes são importantes para a reciclagem de nutrientes, por produzirem grandes quantidades de fitomassa por área e por se apresentarem com concentrações elevadas de nutrientes na matéria seca da parte aérea influenciada pela eficiência de seu sistema radicular na recuperação dos nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas do solo.

Beutler et al. (2002), trabalhando com dois tipos de LATOSSOLOS nos sistemas de uso e manejo, na profundidade de 0-10 cm, constataram que o teor de argila e a densidade do solo apresentaram efeitos positivos e mais pronunciados na retenção de água, em todas as tensões, em relação à matéria orgânica. A densidade do solo foi o atributo que teve maior influência na retenção de água, em cada solo.

Em estudos sobre alterações de propriedades físicas e atividades microbianas de um LATOSSOLO AMARELO cultivado com fruteiras perenes e mandiocas, Borges et al. (1999), verificaram que o manejo do solo provocou uma redução na macroporosidade nas áreas cultivadas com manga e citrus, notadamente na camada superficial, sendo os valores de microporosidade para esses horizontes inferiores no solo cultivado com manga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características gerais da área de estudo

O estudo foi realizado em área experimental na Escola Agrotécnica Federal de Sousa/PB, localizada no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, entre as coordenadas geográficas 06° 50' 22"S; 38° 17' 42" W; a 220 metros de altitude. O clima é caracterizado como semi-árido, quente, do tipo Bsh da Classificação de Köppen. A pluviosidade média anual é de 654 mm, com as chuvas concentradas no período de Janeiro a Junho. A temperatura média anual é de 27 °C, com máxima de 38°, enquanto que a umidade relativa média é de 64 %. A vegetação predominante da região é a caatinga hiperxerófila, e a área encontra-se cultivada com coqueiro anão precoce (*Cocus nucifera L.*), estabelecido em um NEOSSOLO FLÚVICO (EMBRAPA, 1999).

3.2 Cronograma e unidade experimental

O experimento foi instalado em setembro/2005 em área de coqueiral, com plantas espaçadas 7,5 m, e com área total de 0,48 ha. Inicialmente foi feita limpeza da área e, posteriormente o estaqueamento para instalação da cerca elétrica. A vegetação existente no local era constituída de vassourinha (*Scoparia procumbens Jacq*), Capim-de-burro (*Cynodon dactylon Perl*), Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica Gaertner*), Tiririca (*Cyperus rotundus L. ssp*), braquiaria (*Brachiaria decumbens (Stapf) Webster*).

A unidade experimental constituiu-se de piquetes de 10m x 40m, e com taxa de lotação variando de 0, 2, 4 e 6 animais/piquetes, equivalente a 0, 50, 100 e 150 animais/hectare. Durante o período de 60 dias entre outubro a dezembro de 2005, utilizaram-se ovinos da raça Santa Inês com peso médio de 35 kg e diâmetro médio de casco dos de 3,8 cm.

3.3 Caracterização físico-química do solo da área de estudo.

3.3.1 Amostragem do solo

A retirada das amostras ocorreu antes (na testemunha) e após a saída dos ovinos em cada piquete, em 4 níveis de profundidade do solo: 0 – 5 cm, 5 -10 cm, 10 – 15 cm e 15 – 20 cm, em dois pontos aleatórios para determinação dos atributos físicos.

Para determinação dos atributos químicos do solo, foram coletadas amostras em 10 pontos aleatórios para obter uma amostra composta na profundidade de 0 – 20 cm. Após a coleta, os solos foram levados para Laboratório, secados à sombra, destorroados e passados na peneira com malha de 2 mm.

3.3.2 Determinações físicas e químicas das amostras de solo.

As determinações físicas e químicas das amostras de solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Escola Agrotécnica Federa de Sousa/PB.

Os atributos físicos e químicos do solo da área experimental, por ocasião da instalação do experimento podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O
H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----		g/kg
7,6	31	0,15	0,21	3,9	1,8	0,0	1	13,8
Granulometria			Classificação textural				Da	Dp
Areia	Silte	Argila					----kg dm ⁻³ ----	
----- g/kg ⁻¹ -----			Franca arenosa				1,56	2,74
640	240	120						

P, K: Extrator Mehlich 1M; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0:em H₂O; Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Areia: por pesagem; Silte e argila: Densímetro de Boyocuss; Da: método torrão parafinado: Dp: método do balão de 50 ml.

3.3.3 Variáveis físicas analisadas.

3.3.3.1 Densidade aparente (Da)

Para a determinação da densidade aparente, é preciso obter dois dados principais: a massa e o volume da amostra do solo, onde a massa é determinada pesando-se o torrão depois de seco a estufa a 105° e o volume pelo o método do torrão impermeabilizado com parafina a 80°C, de maneira a permitir mergulhá-lo em água, e determinar o seu volume. (EMBRAPA, 1997).

3.3.3.2 Densidade de partículas(Dp)

A determinação da densidade de partícula foi pelo método do balão volumétrico de 50ml, onde utilizou-se 20g de TFSA e, após, titulado com álcool etílico em bureta de 50ml (EMBRAPA, 1997).

3.3.3.3 Porosidade total, microporosidade e macroporosidade

A porosidade total foi determinada matematicamente, com base na relação entre a densidade aparente e a densidade de partícula, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$P_t = 1 - (d_a/d_p) \times 100 \text{ (EMBRAPA, 1997)}$$

A microporosidade foi estimada multiplicando a capacidade de campo, determinada na pressão de 0,01 MPa mediante a utilização do extrator de Richards pela densidade aparente e, a macroporosidade, foi obtida diminuindo-se a porosidade total da microporosidade (Kiehl, 1979).

3.3.3.4 Umidade atual do solo (gravimétrica)

Para determinação do conteúdo de água coletou-se solo com trado calador, tendo a amostra sido imediatamente colocada em lata de alumínio com tampa, numerada e de peso conhecido, pesado e transferido para a estufa a 105°-110°, deixando-se nesta condição por 24 horas. O conteúdo de água foi determinado matematicamente pela fórmula:

$$U = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100 \text{ (EMBRAPA, 1997).}$$

Onde: M_u = Massa de solo úmido

M_s = Massa de solo seco

3.3.4 Variáveis químicas analisadas

Os atributos químicos analisados foram: pH em H_2O , potássio (fotometria de chama) e fósforo por espectrofotometria, utilizando-se solução extratora Mehlich 1M; cálcio e magnésio por titulometria após extração com solução extratora de KCL 1M; matéria orgânica por titulometria, após digestão úmida Walkley-Black (EMBRAPA, 1997).

3.3.5 Tratamentos utilizados e delineamento estatístico

Os tratamentos definidos para o presente estudo foram: sem animais (**sa**), 2 animais por piquete (**Da**), 4 animais por piquete (**Qa**) e 6 animais por piquete (**Sa**) com três repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando significativo pelo teste f, foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as seguintes variáveis: cálcio, magnésio, Densidade aparente, Porosidade total, Microporos, Macroporos de 0 – 5 cm de profundidade e ao nível de 1% de probabilidade para a umidade atual do solo de 0 – 5 cm e 5 – 10 cm de profundidade.

Para o processamento dos dados utilizou-se o software ASSISTAT, sistema operacional Windows. Na Tabela 2 encontra-se a análise de variância (ANOVA) do experimento.

TABELA 2 - Esquema de análise de variância do experimento.

Fonte de variação	Graus de liberdade
Blocos	2
Tratamentos	3
Resíduo	6
Total	11

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Influência do pisoteio ovino nos atributos físicos do solo

4.1.1 Densidade aparente do solo

Os resultados obtidos sobre densidade aparente do solo nas quatro profundidades amostradas, com e sem lotação animal, são apresentadas na figura 1.

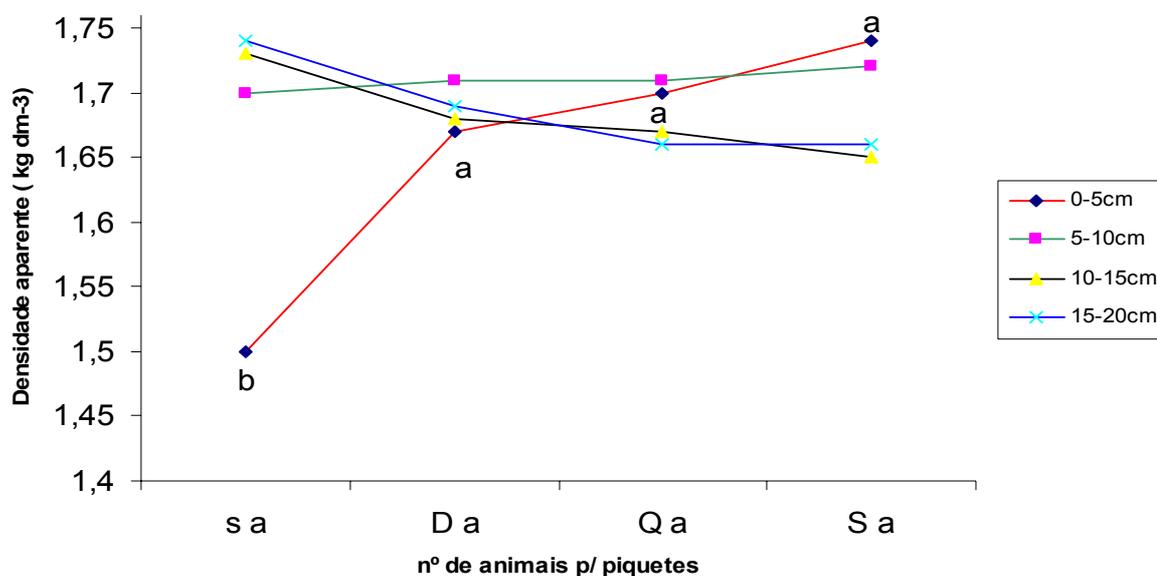


FIGURA 1 - Densidade aparente do solo (kg dm^{-3}) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos (Sousa, PB), em um NEOSSOLO FLÚVICO)

Nota-se na figura 1 que na profundidade de 0 – 5 cm ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos com utilização de ovinos comparado com o tratamento sem pisoteio. Estes dados eram previsíveis face a carga animal utilizada em

cada tratamento. As densidades aparentes do solo obtidas nos tratamentos com pisoteio ovino podem ser consideradas elevadas para muitas culturas anuais e ou pastagens que poderão ser consorciadas com coqueiral, sendo necessário, portanto, um maior acompanhamento do agricultor quando da introdução de animais em uma determinada área.

Os dados obtidos no presente estudo corroboram com aqueles encontrados por Drewry et al. (1999) que, trabalhando com o efeito ovino nas propriedades físicas de solo cultivado com tremoço (*Lolium perenne*) e trevo-branco (*Trifolium repens*) na Nova Zelândia, demonstraram que ocorreu efeito significativo ($p < 0,05$) na densidade do solo na profundidade de 0 – 5 cm no solo comparados com parcelas não pastejadas. Dados semelhantes também foram verificados por Greenwood et al. (1997).

Resultado significativo também foi encontrado por Trein et al. (1991), ao analisar um solo PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO na região Sul do Brasil. Verificaram os autores que ocorreu efeito do pisoteio do gado sobre a densidade do solo, num período muito curto (40 horas) e com lotação muito elevada (200 cabeças/hectare) na camada superficial.

Observa-se também na Figura 1 que, nas profundidades de 5 - 10 cm, 10 – 15 cm e 15 – 20 cm não ocorreram diferenças significativas na densidade aparente do solo, ($p < 0,05$), evidenciando que as pressões exercidas na camada superficial pelo pisoteio ovino não interferiram nas demais profundidades. Estes dados concordam com o afirmado por Drewry et al. (1999) que, trabalhando com o efeito ovino nas propriedades físicas de solo cultivado com tremoço (*Lolium perenne*) e trevo-branco (*Trifolium repens*) na Nova Zelândia, encontraram resultados não significativo estatisticamente nas profundidades de 5 – 10 e 10 -15 cm no solo comparados com parcelas não pastejadas.

Contudo, os valores observados neste experimento estão bem abaixo do proposto por Bowen e Kratky (1985); que sugerem valores críticos da densidade do solo, que variam entre $1,55 \text{ kg.dm}^{-3}$ para solos com textura argilosa e $1,85 \text{ kg.dm}^{-3}$ para solos com textura arenosa. Valores acima dos citados poderiam comprometer o desenvolvimento radicular e como consequência a redução da produção vegetal.

4.1.2 Porosidade Total

Pela visualização da Figura 2 observa-se que na profundidade de 0 – 5 cm, os níveis de compactação obtidos nos tratamentos com quatro e seis animais influenciaram na porosidade total ($p < 0,05$). Constata-se, dessa forma, que o número excessivo de animais na área prejudica o armazenamento de água e ar, tão necessários ao crescimento e desenvolvimento da planta.

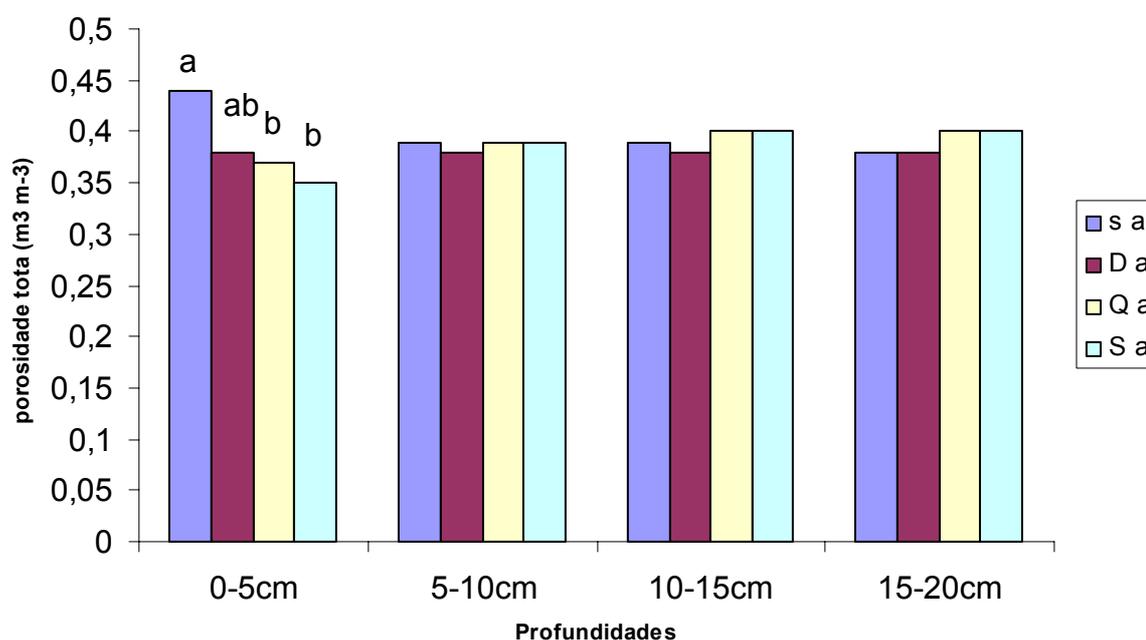


FIGURA 2 - Porosidade total do solo ($m^3 m^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa, PB).

No entanto, este comportamento concorda com os dados obtidos por Bertol et al. (1998), quando da pressão aplicada pelo pisoteio dos animais ocasionando alterações na porosidade total do solo, especialmente nos primeiros 3 a 6 cm de profundidade.

Percebe-se, ainda, na figura 2, que nas demais profundidades estudadas (5 – 10cm, 10 – 15cm e 15 – 20cm), não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos pelo pisoteio ovino; mesmo não havendo diferenças significativas ao nível de 5%, a porosidade total nas duas últimas profundidades foi maior ao da testemunha sem animais ($0,38 m^3 m^{-3}$) evidenciando uma pequena melhora com relação ao sistema solo - planta.

4.1.3 Microporosidade e macroporosidade

Os dados referentes aos valores médios da microporosidade em função dos níveis de pressão exercida pelo pisoteio ovino, comparado com área similar sem pisoteio, são apresentados na Figura 3.

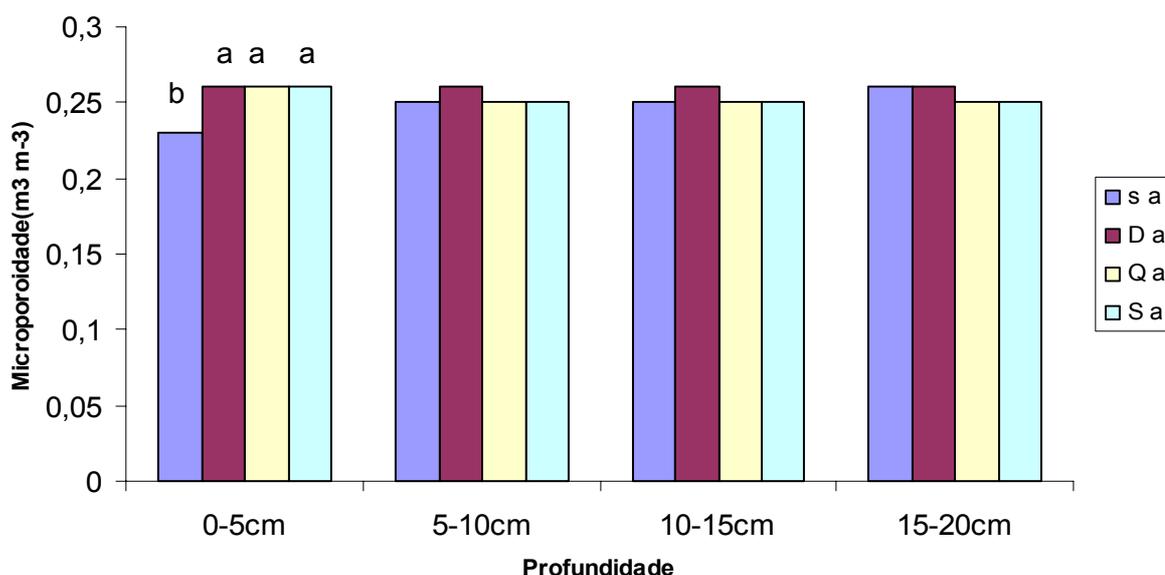


FIGURA 3. Microporosidade do solo ($m^3 m^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO.(Sousa , PB).

Os dados mostram que na profundidade de 0 – 5 cm ocorreram efeitos significativos nas médias ($p < 0,05$), onde os tratamentos com lotação de dois, quatro e seis animais diferiram estatisticamente do tratamento sem animais. A explicação para tal comportamento crescente dos tratamentos foi devido a carga animal exercida devido aos números diferentes de animais por tratamentos.

Dados semelhantes foram encontrados por Bertol et al. (1995), que em campo nativo submetido permanentemente a pastoreio extensivo por ovinos e bovinos, demonstrou efeito significativo na microporosidade de 0 – 5 cm de profundidade, em um CAMBISSOLO HÚMICO DISTRÓFICO.

Trabalhando com bovinos, Vizzotto et al. (2000), constataram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade na profundidade de 0 – 10cm onde os valores da microporosidade decresceram com carga média de 738 kg de peso vivo, em solo classificado como Planossolo.

Nas demais profundidades estudadas (Figura 3), os valores médios da microporosidade não sofreram interferência significativa pelo pisoteio ovino. Tal afirmação é demonstrada pela não significância das médias quando comparados.

Verifica-se na Figura 4, que os valores médios da macroporosidade decresceram na profundidade de 0 – 5 cm, com efeito significativo ao nível de ($P < 0,05$) de probabilidade. É conveniente citar que Drewry et al. (1999), também trabalhando com o efeito da lotação animal nas propriedades físicas do solo, na Nova Zelândia, demonstraram efeitos significativos ($p < 0,05$) na camada de 0 – 5 cm de profundidade, a macroporosidade diminui em áreas com pastoreio intensivo com ovinos comparados com parcelas não pastejadas. Os mesmos autores relatam decréscimo da macroporosidade com efeito significativo ($p < 0,01$) na profundidade de 5 – 10 cm com pisoteio ovino, diferindo dos resultados encontrados no presente estudo.

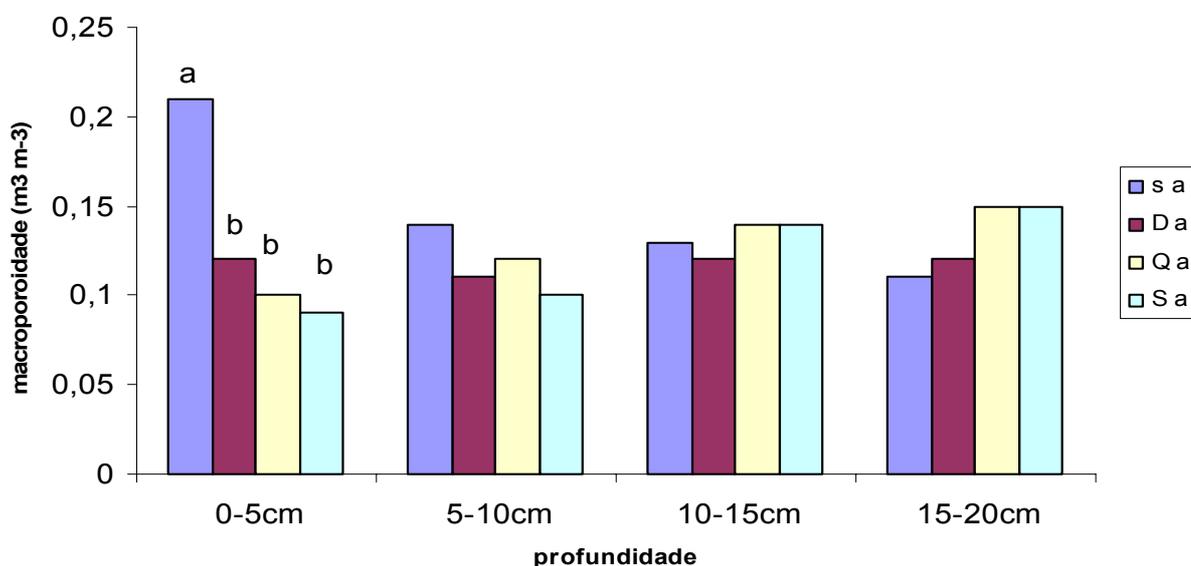


FIGURA 4. Macroporosidade do solo ($m^3 m^{-3}$) nos tratamentos com e sem utilização de ovinos, em um NEOSSOLO FLÚVICO (Sousa, PB).

O valor de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ da aeração (macroporos) foi assinalado como limite crítico inferior, a partir das quais as raízes começam a reduzir seu crescimento (Dexter, 1988). No entanto, o tratamento com seis animais ($0,09 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) de 0 – 5 cm de profundidade demonstrou valor inferior proposto por esses autores, que de certa forma contribuirá para tal impedimento.

Segundo Mazza et al. (1994), a redução da macroporosidade do solo pela compactação provocou redução do sistema radicular em citrus, diminuindo direta e indireta, a absorção de nutrientes pelas plantas, mesmo com sua presença no solo.

Nas demais profundidades estudadas (Figura 4) nota-se, pelos valores médios da macroporosidade que o número de ovinos por tratamento não provocou efeitos estatísticos, mas, pode-se salientar que nas profundidade de 10 – 15cm e 15 – 20 cm nos tratamentos com quatro e seis animais demonstraram melhores valores no tamanhos dos poros ocupados por ar. Portanto, demonstra que não ocorreu interferência do pisoteio nas citadas profundidades, existindo uma independência dos dados, não fugindo da sua estrutura natural. Resultado igual foi demonstrado por Drewry et al (1999), que trabalhando com o efeito do pisoteio ovino nas propriedades físicas do solo, na Nova Zelândia, demonstraram efeitos não significativos para a macroporosidade em áreas com pastoreio intensivo com ovinos, comparado com parcelas não pastejadas na profundidade de 10 – 15 cm do solo.

4.1.4 Umidade atual do solo

Pelos valores médios apresentados, nota-se que a umidade variou por tratamento e profundidade. Para um melhor entendimento a Figura 5 A na profundidade de 0 – 5cm demonstrou que houve uma redução nos tratamentos com dois animais (Da), quatro animais (Qa) e seis animais (Sa) nos quais ambos não divergiram entre si mais que todas obtiveram decréscimo significativos com relação a testemunha sem animais (sa) ao nível de 1% de probabilidade. Esse comportamento da umidade está associado ao pisoteio e a redução das pastagens consumida pelos animais, fazendo com que a retirada da cobertura vegetal acarrete também uma diminuição da matéria orgânica e a atuação da luminosidade

fica mais ativa na camada superficial onde boa parte foi evaporada no período experimental.

O trânsito animal pode deformar a superfície do solo sendo que, a máxima compactação ocorre em solo úmido, em níveis entre 20 a 30%. A alteração na estrutura do solo pela compactação pode ocorrer com tráfego repetitivo de animal. Conseqüentemente, a excessiva compactação do solo leva ao decréscimo da produção (Cast, 2002). Verifica-se, no entanto, que os valores de umidade inicial do solo diminuíram à medida que foi se colocando os animais nos referidos piquetes.

Observa-se na segunda profundidade (Figura 5 B) que a umidade nos tratamentos com dois animais (**Da**), quatro animais (**Qa**) e seis animais (**Sa**) diminuiu inversamente aos números de animais por piquete. No entanto, a análise estatística demonstra efeito significativo de todos os tratamentos com relação a testemunha sem animais (**sa**) e não entre si. Esse aumento desproporcional com relação aos diferentes tratamentos pode ser explicado não só pela influência do pisoteio, mas, provavelmente, pelo processo de percolação da água que ocorre ao longo do perfil do solo estudado.

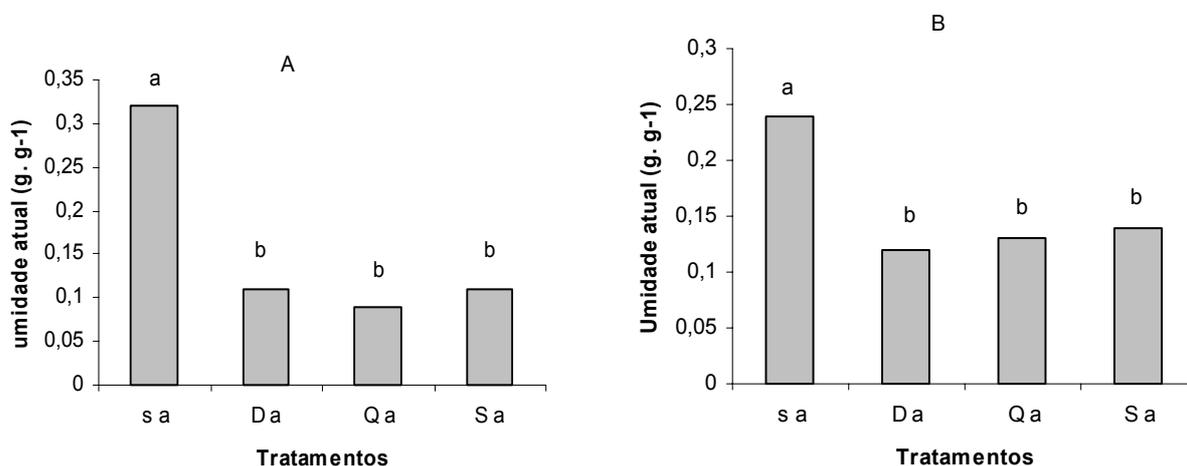


FIGURA 5 – Valores médios dos teores de água no solo nas profundidades 0 – 5cm (A), 5 – 10 cm (B), após a aplicação dos tratamentos (Médias seguidas por letras diferentes sob as barras do Histograma diferem entre si ($P < 0,01$)).

Nas últimas profundidades (10-15 cm e 15-20 cm), a testemunha sem animais (**sa**) e os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas para as médias, como mostra as Figuras 6 A e 6 B. Nessas profundidades o acúmulo de água foi maior devido à dinâmica interna, podendo se apresentar mais lenta como também os processos externos (evaporação e luminosidade) que pouco influenciaram.

Costa et al (2003), avaliando as propriedades físicas de um Latossolo, observaram também, na profundidade de 0,01 – 0,02 m resultados não significativos para umidade do solo.

A grande variabilidade dos dados da umidade pode ser atribuída à pequena profundidade na qual as amostras foram coletadas. As camadas superficiais são as mais expostas a variações de umidade que ocorre, devido à chuva, irrigação, evaporação, transpirações e de irregularidade destes processos juntamente com a variabilidade do solo resulta a grande variação dos dados da umidade (Reichardt, 1987).

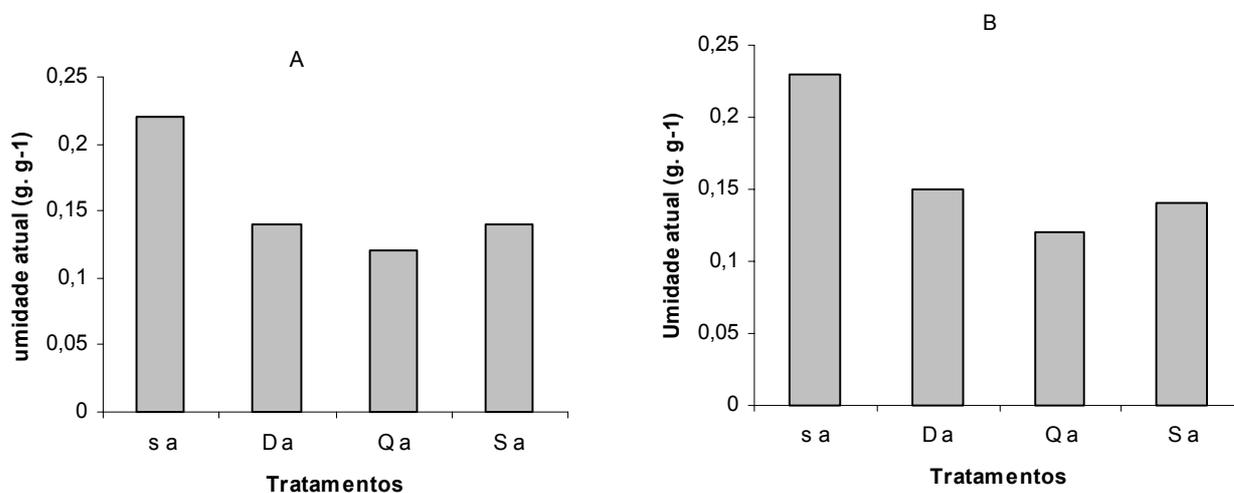


FIGURA 6 - Valores médios dos teores de água no solo nas profundidades 10 – 15 cm (A) e 15 – 20 cm (B), após aplicação dos tratamentos.

4.2 Influência do pisoteio ovino nos atributos químicos do solo.

Os valores médios do pH do solo na camada de 0 – 20 cm, antes e depois do pisoteio ovino, sofreram alterações que variaram entre os tratamentos. Contudo não ocorreram diferenças significativas entre os períodos estudados (Tabela 3).

Ainda na Tabela 3, pode-se observar que nos tratamentos sem animais (**sa**) e dois animais (**Da**), antes e depois da instalação do experimento, o pH praticamente não variou, enquanto que no tratamento com quatro animais (**Qa**) se verificou resultado inverso ao tratamento com seis animais (**Sa**). Essa variação nesses dois tratamentos pode ter sido, provavelmente, pela variabilidade espacial do solo no período da coleta das amostras do solo para análise. Geralmente o pH do solo tem um comportamento quase que constante.

TABELA 3. Valores médios do pH e da matéria orgânica do solo na profundidade de 0 – 20 cm, antes e depois do pisoteio ovino no coqueiral, em um NEOSSOLO FLÚVICO, Sousa-PB.

Tratamentos	----- Atributos químicos -----			
	pH H ₂ O		M.O g.kg ⁻¹	
	antes	depois	antes	depois
Sem animais (sa)	7,6	7,6	13,95	13,95
Dois animais (Da)	7,8	7,9	12,45	11,92
Quatro animais (Qa)	7,5	8,6	21,05	10,95
Seis animais (Sa)	8,1	7,4	14,78	11,06

Resultados com alterações no pH no solo também foram encontrado por Silva et al (2000), com o pisoteio animal em área com plantio direto pastejado e não pastejado. Os autores observaram que o pH variou entre 4,5 a 5,2, em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO de textura superficial franca. Resultado semelhante foi encontrado por

Siqueira Junior (2005), que nas camadas monitoradas de 0 – 5 cm, 5 – 10 cm e 10 – 20 cm, sob integração lavoura e pecuária, em Curitiba-PR, apresentou valores médios em que o pH variou de 5,1 a 5,3 em áreas com e sem pastejo, mas sem significância, em um Latossolo Bruno.

Na camada de 0 – 20 cm, os teores de matéria orgânica em todos os tratamentos, antes e depois do pisoteio ovino, foram considerados baixos, exceto para o tratamento com quatro animais (**Qa**) antes do pisoteio, que pode ser considerado um teor médio.

Os teores de matéria orgânica apesar de não diferirem estatisticamente (Tabela 3), apresentaram uma pequena variação decrescente nos tratamentos onde se adicionou ovinos Santa Inês, ao longo do período estudado. Esta diminuição dos teores da matéria orgânica foi possivelmente devido ao pastejo dos animais por tratamentos, reduzindo a disponibilidade de vegetais devido o consumo pelos ovinos, que de certa forma, interrompeu o processo de mineralização dos compostos orgânicos e reciclagem de nutrientes; apesar das fezes serem distribuídas uniformemente pelos ovinos, observados na área de estudo, não contribuiu para melhora nos teores da matéria orgânica, provavelmente, devido ao curto período de permanência dos animais no experimento, sendo inferior ao período de decomposição das fezes.

Siqueira Junior (2005), avaliando a influencia do pastejo de bovino os teores de matéria orgânica, em Latossolo Bruno sob integração lavoura – pecuária, em Curitiba-PR, demonstraram que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com e sem pastejo na camada de 0 – 20.

Diferentemente de Siqueira Junior (2005), Bertol e Santos (1995), avaliando os teores de matéria orgânica em campo nativo e mata nativa, sob pastoreio extensivo com bovino e ovino, observaram diferenças significativas nos teores de matéria orgânica na profundidade de 0 – 5 cm, tendo o tratamento com mata nativa apresentado 22% a mais de matéria orgânica do que o campo nativo, quando comparado outra camada, de 15 – 20 cm não houve diferença entre os tratamentos, em um CAMBISSOLO HÚMICO DISTRÓFICO, em Lages (SC).

Na Tabela 4 são observados os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio na área experimental.

TABELA 4. Teores médios de P, K, Ca e Mg do solo na profundidade de 0 – 20 cm, sob um NEOSSOLO FLÚVICO, antes e depois do pisoteio do ovino no coqueiral comparado com área não pisoteada.

Tratamentos	Atributos químicos							
	P mg dm ⁻³		K		Ca cmol _c dm ⁻³		Mg	
	antes	depois	antes	depois	antes	depois	antes	depois
Sem animais (sa)	49	49	0,71	0,71	5,8	5,8a	2,7	2,7a
Dois animais (Da)	33	21	0,74	0,76	5,5	4,6ab	2,5	2,2ab
Quatro animais (Qa)	24	19	1,30	1,46	5,9	3,8ab	2,4	1,9ab
Seis animais (Sa)	19	14	1,01	1,32	4,7	3,6b	2,1	1,5b

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste tukey (P <0,05)

Observa-se nessa tabela, que os teores médios de fósforo, antes e depois do pisoteio ovino, variaram desde “muito alto” para a testemunha (**sa**), até “teores altos” nos tratamentos com dois animais (**Da**) e quatro animais (**Qa**) e, “teores médios” para seis animais (**Sa**), conforme preconizado por Aquino (1993).

Percebe-se que, à medida que se aumentou o número de animais por área, diminuiu os teores de fósforo, indicando claramente que ocorreu uma exportação de fósforo pelo consumo das espécies palatáveis consumidas pelos animais.

Resultado semelhante foi demonstrado por Siqueira Junior (2005), avaliando os teores de fósforo do solo, em Latossolo Bruno sob sistema de integração lavoura – pecuária. Observou o autor que, na profundidade de 0 – 5 cm, ocorreu uma diminuição acentuada de fósforo na área com pastejo (134 mg dm⁻³) com relação a área sem pastejo (168 mg dm⁻³).

Gillingham (1980) relata que o pastejo tem efeito maior na composição e na taxa de crescimento da pastagem, sugerindo que a eficiência da ciclagem do fósforo em relação as

perdas e ganhos sobre o solo, pode ser determinado pela relativa importância a fatores associados com o crescimento das pastagens.

Mesmo demonstrando não significância estatística para os teores de potássio, pode-se verificar na Tabela 4 que o comportamento dos tratamentos depois do pisoteio com dois animais (**Da**), quatro animais (**Qa**) e seis animais (**Sa**) apresentaram valores maiores aos tratamentos antes do pisoteio, mesmo sendo alto os teores de potássio. Os tratamentos (**Qa**) e (**Sa**) foram os que apresentaram os maiores teores de potássio, com acréscimo de 106% e 86%, respectivamente, comparados com a testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Murphy et al. (1995).

O aumento considerável de potássio nos tratamentos (**Qa**) e (**Sa**) na camada estudada pode ser atribuído exclusivamente ao retorno de potássio ao solo através da urina dos animais; mesmo sendo altos o consumo da pastagem nesses tratamentos, não ocorreu interferência no aumento do potássio. Para Betteridge e Andrewes (1986) e Williams et al (1990), a principal via de retorno do K para o solo em pastagens é através da urina. Já Williams e Haynes (1995) afirmam que a urina dos ovinos é muito rica em potássio, assim como as fezes, conforme constatado através de análise química

Williams et al (1989), relatam que a aplicação de urina aumentou os teores de potássio trocável rapidamente nas camadas de 0 – 2,5cm e 2,5 – 12 cm. O aumento do teor de potássio foi estimado em 41% do potássio aplicado pela urina. Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os observados pelos autores supracitados.

Siqueira Junior (2005), avaliando os teores de potássio, em Latossolo Bruno sob sistema de integração lavoura-pecuária em Curitiba - PR, demonstrou aumento nos tratamentos com pastejo comparada com área sem pastejo de 0 – 20 cm de profundidade.

Na Tabela 4, são mostrados, ainda, os teores médios de cálcio por piquete, nas áreas antes e depois do pisoteio ovino, demonstrando teores altos em todos os tratamentos, exceto para os tratamentos com quatro animais (**Qa**) e seis animais (**Sa**) depois do pisoteio, considerados “teores médios”.

Ocorreram diferenças significativas ao nível de ($P < 0,05$) de probabilidade entre os tratamentos para os teores de cálcio (Tabela 4) depois do pisoteio comparados com testemunha (**sa**), com destaque para o tratamento (**Sa**) diferindo dos demais tratamentos e não significativos comparados com os tratamentos antes do pisoteio ovino.

Pode-se observar que os decrescentes teores de cálcio obtiveram uma relação direta com o número de animais por tratamento ocorrendo diminuição gradativa nos tratamentos depois do pisoteio comparados com a testemunha sem animais (**sa**).

Trabalhando com manejo de animais com diferentes níveis de oferta de pastagens, em Eldorado do Sul (Rs), num ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, Bertol et al., (1998) concluíram que a diminuição de oferta de pastagem, em geral, diminui os teores de cálcio na camada superficial.

Siqueira Junior (2005), avaliando os teores de cálcio, em Latossolo Bruno sob sistema de integração lavoura e pecuária, observou que na área com pastejo na camada de 0 – 5 cm de profundidade, ocorreu uma tendência de redução dos teores de cálcio em relação a área sem pastejo ($73,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e a área com pastejo ($63,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Os dados mostrados na tabela 4 indicam teores altos de magnésio em todos os tratamentos antes e depois do pisoteio ovino. Nota-se que houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade depois de aplicados os tratamentos. Observa-se que, comparando as médias dos tratamentos com dois animais (**Da**), quatro animais (**Qa**) e seis animais (**Sa**), ocorreu um decréscimo nos teores de magnésio em relação a testemunha (**sa**). Vale ressaltar que a relação 2:1 foi mantida entre o cálcio e o magnésio em todos os tratamentos.

O magnésio teve um comportamento similar ao do cálcio. Tal afirmação foi observada nesta pesquisa onde na tabela 4 é demonstrado as oscilações existentes nos tratamentos com dois, quatro e seis animais, muito parecidas entre as duas variáveis. Isto foi confirmado por Van Raij, (1991).

Com base na verossemelhança entre o cálcio e o magnésio, pode-se atribuir essa tendência de redução nos tratamentos com dois animais (**Da**), quatro animais (**Qa**) e seis animais (**Sa**) provavelmente devido à retirada das pastagens pelos animais, com redução na matéria orgânica do solo pelo consumo dos animais, e não retornada pela ciclagem vegetal e dejetos de animais, tendo em vista que o cálcio é amplamente excretado pelas fezes dos animais na qual é pouco solúvel em água, tornando a liberação muito lenta dentro das condições desta pesquisa.

Bertol et al (1998), trabalhando com o manejo de animais com diferentes lotações em pastagens chegaram à conclusão que a diminuição de oferta de pastagem em geral diminui os teores de magnésio.

Siqueira Junior (2005), encontrou teores alto de magnésio ($> 10 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na camada de 0 – 20 cm, mas com o pastejo de animais ocorreu redução nos teores de magnésio comparados sem pastejo no período estudado; mesmo assim os teores continuaram altos. O mesmo foi observado para o cálcio, pelo supracitado autor.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, foram possíveis as seguintes conclusões.

- a) A compactação causada pelo pisoteio ovino induziu aumento de densidade do solo, diminuição da porosidade total e alteração na distribuição do tamanho dos poros na camada de 0 – 5 cm.
- b) Ocorreu redução nos teores de cálcio e magnésio à medida que se aumentou o número de animais por piquetes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A.B. de; AQUINO B. F. de; HERNANDEZ, F. F. F., HOLANDA, F. J. M., FREIRE, J. M., CRISÓSTOMO, L. A., COSTA. R, I. da; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. Interpretação dos resultados de análise de solo. In: ____ **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFCE/CCA/DCS, cap. 4, p. 33-36, 1993.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Criação de ovino a pasto no Semi - Árido Nordeste. In: **1º Congresso Nordestino de Produção Animal**, Fortaleza, CE. Anais do Simpósio, v.3, p. 143, 1998.

BELL, M.J.; BRIDGE, B.J.; HARCH, G.R.; ORANGE, D.N, Physical rehabilitation of degraded krasnozems using ley pastures. **Aust. J. Soil Res.** V. 35, p.1093-1113, 1997.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDI, R. B. N.; ZAGO, L. A.; MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.5, p. 779 -789,1998.

BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades Físico-Hídricas no planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 263-267, 1995.

BETTERIDGE, K.; ANDREWES, W. G. K. Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. **Journal of Agricultural Science**, v.06, p.393-404, 1986.

BETTERIDGE, K.; MACKAY, A. D.; SHEPHERD, T. G.; BARKER, D. J.; BUDDING, P. J.; DEVANTIER, B. P.; COSTALL, D. A. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of a sedimentary hill soil. **Australian journal of soil Research**, v.37, p. 743-760, 1999.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 829 – 834 2002.

BOENI, M.; BASSANI, H. J.; REINERT, D.J.; SCAPILI, C.; RESTLE, L. Efeito do pisoteio animal durante o pastejo de inverno sobre algumas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25.1995, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 1995. v.1, p. 161.

BORGES, A. L.; KIEHL, J.; SOUSA, L. S. Alteração de propriedades físicas e atividades microbiana de um latossolo Amarelo álico após cultivo com fruteiras perenes e mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.1019-1025, 1999.

BOWEN, J.E.; KRATKY, B. A compactación del suelo. **Agricultura de las Américas**, v.6, p. 10-14, 1985.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: USP, 1997, 132p.

CAST. Environmental impacts of live stock on U.S. grazing lands. In: **Issue paper**. v. 22, p. 1-6, 2002.

CORDEIRO, D.G.; BATISTA, E. M. **Utilização de Plantas indicadoras para identificação de níveis de compactação dos solos**. EMBRAPA Acre, 1999, 3 p. (Circular Técnico, 100).

COSTA, L. M.; JUCKSCH, I.; GJORUP, G. B. Fertilidade e manejo de solos. In: **Curso de especialização por tutoria à distancia**, Brasília-DF, ABEAS, p. 61,1996.

COSTA, F. S.; ALBURQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M.V. C.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetados pelos sistemas de plantio Direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 03, p. 527 – 535, 2003.

DEFOSSEZ, P.; RICHARD, G. Models of soil compaction due to traffic and their evaluation. **Soil and Tillage Research**, v.67, p.41-64, 2002.

DANIEL, L. A.; MARETTI, H. J. Avaliação de camada de solo compactado através análise de crescimento de plantas. In: **IV Ciclo de estudos sobre Mecanização Agrícola**. Campinas, Fundação Cargil, 1990, 265p.

DEXTER, A. R. advances in characterization of soil structure. **Soil and Tillage Research, Amsterdam**, v. 11, n. 1, p. 199 – 238, 1988.

DREWRY, J. J.; LOWE, J. A. H.; PATON, R. J. Effect of sheep stocking on soil physical properties and dry matter production on a Pallic Soil in Southland. **New Zealand of Agricultural Research**, v. 42, p. 493-499, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília: EMBRAPA; Rio de Janeiro, EMBRAPA Solo, 1999, 412p.

FRANCIS, G.S.; TABLEY, F.J.; WHITE, K.M. Restorative crops for the amelioration of degraded soil conditions in New Zealand. **Aust. J. Soil . Res.**, v. 37, p. 1017-1034, 1999.

GILLINGHAM, A. G. Phosphorus uptake and return in grazed steep hill pastures. Pasture production and dring and letter accumulation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. V. 23, p. 313 – 321, 1980.

GUIMARÃES, FILHO, C.; SOARES, J. G. G. **Fruti-ovinocultura: Limitações e possibilidades de consórcio com frutífera**. Petrolina. EMBRAPA Semi-árido, 2000, 10p. (Circular Técnico, 52)

GREENWOOD, K. L.; MACLEOD, D. A.; SCOTT, J. M.; HUTCHINSON, K. J. Changes to soil physical properties after grazing exclusion. **Soil Use and Management**. v.14, p. 19-24. 1998.

GREENWOOD, K. L.; MACLEOD, D. A.; HUTCHINSON, K. J. Long-term stocking rate effects on soil physical properties. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.37, p. 413-419, 1997.

HOLANDA JÚNIOR, E. V.; ARAÚJO, G. G. L.; O papel dos caprinos e dos ovinos deslançados na agricultura familiar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande – MS, 2004. p. 43 – 53.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 1493 – 1500, 2000.

LAL, R.; LOGAN, T. J.; FAUSEY, W.R. Long term tillage and Wheel traffics effects on a poorly drained Mollic Ocharaqualf in Nortwest Ohio. I. Soil physical properties, root distribution and grain yield of corn and soybean. **Soil Tillage and Research**. v. 14, p. 341-355, 1989.

LEAO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, v. 28, n.3, p.415-422, 2004.

KAELEN, D. L.; DITZLER, C. A.; ANDREWS, S. S. Soil quality: why and how? **Geoderma**, v. 114, p. 145-156, 2003.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relação solo-planta**. São Paulo. Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

MAZZA, J. A.; VITTI, G. C.; PEREIRA, H. S.; MENEZES, G. M.; TAGLIARINI, C. H. Influência da compactação no desenvolvimento radicular de citrus: Sugestão de método de avaliação e recomendação de manejo. **Laranja**, v. 15, p. 251 – 262, 1994.

MURPHY, W. M.; MENA-BARRETO, D.; SILMAN, J.P.; DINDAL, D. L. Cattle and sheep grazing effects on soil organisms, fertility and compaction in smooth-stalked meadowgrass-dominant White clover sward. **Grass and Forage Science**, v. 50, p. 191-194, 1995.

NAETH, M.A.; PLUTH, D. J.; CHANASYK, D. S.; BAILEY, D. J.; FEDKENHEUER, A. W. Soil compacting impacts of grazing mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. **Canadian Journal Soil Scienc.** v. 70, p. 157-167. 1990.

NASCIMENTO JR., D. Ecosystemas de pastagens cultivadas. In: **Simpósio sobre manejo de pastagens**, 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba; FEALQ, 1998. p. 271-296.

PARAVAN, O. O.; OVALO, H. B. Integration of small ruminant with coconut in the Philippines. In: WORKSHOP ON SMALL RUMINANT PRODUCTION SYSTEMS IN SOUTH AND SOUTHEAST ASIA. 1986. Bogor. Indonesia. **Proceedings...** Bogor: IDRC. P. 269 – 279. 1987.

PAYNE, W.J.A. A review of the possibilities cattle and tree crop production systems in the tropics. **Forest Ecology and Management**, v. 12, n. 49, p. 51-54. 1989.

PEREZ, A. B.; PÉREZ-BORROTO, C. Pastoreo libre de ovinos em ceiba dentro de plantaciones de cítricos em producción. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 12, 1990, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: ALPA, 1990. p. 140.

PINZÓN, A.; AMEZQUITA, E. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedmonte amazónico de Colombia. **Past. Trop.** v.13, p. 21-26, 1991.

REICHARDT, K., **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo, Editora Manole, 188 p, 1987.

SARRANTONIO, M.; SCOTT, T.W. Tillage effects on availability of nitrogen to corn following a winter green manure crop. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, p.1661- 1668, 1988.

SAXON, K.E.; McCOOL, D. K.; KENNY, J. F. Tillage and residues impacts on infiltration. In: FORG, Y. (ed) **Infiltration principles and practices**. Honolulu: Water Resources Research Center, p. 509-513, 1998.

SCHNEIDER, P.; SCOPEL, I. & KLANT, E. Efeito de pastagem cultivada, submetidas a diferentes intensidades de pastejo, em propriedades físicas de um solo laterítico hidromórfico. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO**, 3, Recife, 1981. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 343-350. 1981

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização Florestal**. São Paulo: IPEF, p. 6, 1988, (Circular Técnica, 163).

SILVA, V. R.; REICHERT, M. J.; REINERT, J. D. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em Plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p.399-406, 2004

SILVA, V. R.; REICHERT, M. J.; REINERT, J. D. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetado pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 191-199, 2000.

SIQUEIRA JUNIOR, L. A. **Alterações de características do solo na implantação de um sistema de integração agricultura-pecuária leiteira**. 2005. 107f. Dissertação, (Mestrado em agronomia) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

STIRZAKER, R. J.; PASSIOURA, J. B.; WILMS, Y. Soil structure and plant growth: impact of bulk density and biopores. **Plant and Soil**, v. 185, p. 151-162, 1996.

TAJUDDIN, I.; CHONG, D.T. Sheep grazing to manage weeds in rubber plantations. In: **WORKSHOP ON RESEARCH METHODOLOGIES**, 1990, Medan, North Sumatra, Indonesia. **Proceedings...** Medan Agency for Agricultural Researchh and Develçopment/IDRC, p. 128-135, 1990.

TREIN, C. R.; COGO, N. P., LEVIEN, R. Método de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após o pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 105 – 111, 1991.

VALLENTINE, J. F. **Grazing management**. Califórnia: Academic Press., p. 533, 1990.

RAIJ, B.V.**Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo:Ceres; Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.

VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades Físicas do solo de várzea, **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 965-969, 2000.

WARREN, S.D.; NEVILL, M.B.; GARZA, N.E. Soil response to trampling under intensive relation grazing. **Soil Science Society**, v. 50, p. 1336-1341. 1986.

WILLIAMS, P. H.; HAYNES, R. J.; Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. **Grass and Forage Science**, v. 50, p. 263-271, 1995.

WILLIAMS, P. H.; HEDLEY, M. J.; GREGG, P. E. H. Effect of dairy cow urine on potassium adsorption by soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.32, p. 431-438, 1989.

WILLIAMS, P. H.; HEDLEY, M. J.; GREGG, P. E. H. Uptake of potassium and nitrogen by pasture from urine-affected soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.32, p. 415 – 421, 1990.

WU, L.; FENG, G.; LETEY, J.; FERGUSON, L.; MITCHELL, J.; MCCULLOUGH-SANDEN, B.; MARKEGARD, G. Soil management effects on the nonlimiting water range. **Geoderma**, v. 114, p. 401-414. 2003.

ZHANG, H.; HARTGE, K H.; RINGE, H. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactability. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 239-245, 1997.