



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Uma análise sobre os impactos dos rebanhos sobre o solo nas pastagens naturais

Guilherme de Lira Sobral Silva¹, Maria Socorro de Souza Carneiro², Magno José Duarte Cândido², Francisca Mirlanda Vasconcelos Furtado³, Francisco José de Seixas Santos⁴, Maykon Sousa da Silva⁵, Newton de Lucena Costa⁶, João Avelar Magalhães⁷, Braz Henrique Nunes Rodrigues⁸

¹Méd. Vet., D.Sc., Pós-Doutorando em Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará.

²Eng. Agr., D.Sc., Professor(a) do Curso de Doutorado em Zootecnia da UFC, Fortaleza, Ceará.

³Zootecnista, M.Sc., Doutorando em Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará.

⁴Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí.

⁵Eng. Agr., B.Sc., Mestrando em Agronomia UFC, Fortaleza, Ceará.

⁶Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima.

⁷Méd. Vet., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí.

⁸Eng. Agrícola, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte. Parnaíba, PI.

Resumo

O impacto dos sistemas de pastejo sobre as propriedades físicas do solo tem sido subestimado por parte de técnicos e produtores. Havendo a necessidade de maiores informações sobre o manejo e a conservação dos solos das áreas sob pastagens no Brasil. Assim, o objetivo desta revisão é discutir o impacto

dos rebanhos sobre o solo em pastagens naturais e suas respectivas consequências ao ambiente.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, compactação do solo, textura do solo, umidade do solo

A review of the impacts of livestock on the ground in natural pastures

Abstract

The impact of grazing systems on soil physical properties, has been underestimated by technicians and producers. If there is a need for more information on the management and conservation of soils in pasture areas in Brazil. The objective of this review is to discuss the impact of livestock on the ground in grasslands and their consequences to the environment.

Keywords: nutrient cycling, soil compaction, soil moisture, soil texture

Introdução

No Brasil a pecuária é baseada principalmente em pastagens, sendo a maior parte de áreas de pastos naturais. De acordo com o IBGE (1998), a área com pastagens naturais correspondem à cerca de 78 milhões de hectares. Suas principais características são o predomínio de vegetação herbácea, e o método de exploração utilizado pela maioria dos pecuaristas, que é a lotação contínua. Na cadeia de produção, observa-se que as pastagens naturais constituem a principal e mais econômica fonte de nutrientes para os ruminantes.

Com o crescimento populacional, abertura de mercados e a globalização, a atividade pecuária vem sendo pressionada e passa por mudanças profundas. Na maioria das vezes, induzindo muitos pecuaristas a uma busca imediata pela lucratividade pelo aumento do número de animais por área, sem levar em consideração a quantidade de forragem e a sustentabilidade da área de pastagem. Nessas áreas, dependendo da taxa de lotação adotada, haverá excesso ou escassez de forragem em decorrência do subpastejo ou

superpastejo, respectivamente. A intensificação dessas áreas quando mal manejadas acarretam degradações tanto na pastagem como nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, devido à frequência do consumo e do pisoteio animal num mesmo local. Por isso, adequar a taxa de lotação, à época do ano e à massa de forragem disponível nessas áreas, pode ser uma das principais ferramentas para otimizar o ganho animal por área, sem que haja qualquer tipo de degradação.

Macedo e Zimmer (1993) definiram degradação das áreas de pastagens como um processo evolutivo da perda do vigor, da produtividade, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, e o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais em razão de manejos inadequados. Dentre os processos responsáveis pela degradação em nível mundial, (OLDEMAN, 1994) o superpastejo lidera a lista, estando presente em 34,5% da área mundial degradada. Na América do Sul, Dias e Griffith (1998) citaram o superpastejo como responsável por 27,9% do total das áreas degradadas.

Segundo Leão et al. (2004), o impacto dos sistemas de pastejo sobre as propriedades físicas do solo, tem sido subestimado por parte de técnicos e produtores. No mesmo sentido, Leonel et al. (2003) afirmam que há a necessidade de maiores informações sobre o manejo e a conservação dos solos das áreas sob pastagem no Brasil. Os autores informam ainda que a degradação das pastagens e a redução da sua capacidade de suporte podem estar associadas a vários fatores, dentre eles, o tipo de solo, o manejo adotado, a espécie forrageira cultivada e as condições climáticas.

O objetivo deste trabalho é discutir o impacto dos rebanhos sobre o solo em pastagens naturais e suas consequências ao ambiente.

Compactação do solo

A compactação do solo promovida pelo pisoteio animal e pelo tráfego de máquinas, é um dos grandes entraves à obtenção de elevadas produtividades

das pastagens (LIMA et al., 2004), elevando a queda da sua capacidade de suporte animal por reduzir gradativamente o vigor da forrageira e aumentar os processos erosivos do solo. Assim, torna-se necessário adequar o manejo aos fatores fitotécnicos, zootécnicos e edáficos do sistema de produção (OLIVEIRA et al., 2007), a fim de evitar a perda, no solo, da capacidade de suporte à produção.

As pressões que o pisoteio animal exerce repetidamente sobre o solo, ocasiona principalmente grandes mudanças na sua condição física. Deste modo, a maioria dos estudos sobre os efeitos do pisoteio na qualidade física do solo se baseiam na avaliação da densidade (MAPFUMO et al., 2000) e outros atributos físicos que são afetados pela compactação, tais como: a resistência à penetração (IMHOFF et al., 2000), infiltração e retenção de água (BELL et al., 1997; FRANCIS et al., 1999).

Os bovinos em pastejo exercem uma pressão no solo 106% maior do que um trator de pneus (SOUSA et al., 1998). Outras espécies causam maior compactação do que o trator, porém inferior aos bovinos (Tabela 1). Essas áreas de pastagens, mesmo com 199.752.014 cabeças de bovinos, comportam ainda cerca de 1.131.986 bubalinos, 5.602.053 equinos, 1.163.316 asininos, 1.343.279 muares, 16.239.455 ovinos e 9.450.312 caprinos (IBGE, 2009).

Tabela 1. Valores da massa, área do casco e pressão de animais do Vale do Pajeú, em Pernambuco.

Animal	Área média do casco (m ²)	Peso médio (kg)	Pressão (KPa)	Porcentagem (%)
Boi	0,0103	400	190,3	100
Novilho	0,0057	200	171,9	90
Bezerro	0,0018	60	163,3	86
Equino	0,0076	250	161,2	85
Caprino	0,0016	35	107,2	56
Muar	0,0038	120	154,7	81
Asinino	0,0030	100	163,3	86
Trator	---	---	92,1	56

Fonte: Sousa et al. (1998)

O grau de compactação provocado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura do solo (CORREA e REICHARDT, 1995), sistema de pastejo (LEÃO et al., 2004), altura de manejo da pastagem (CASSOL, 2003), quantidade de resíduo vegetal sobre o solo (BRAIDA et al., 2004) e umidade do solo (BETTERIDGE et al., 1999).

A compactação do solo é um processo no qual há um aumento da densidade e resistência à penetração no solo e redução da porosidade, da permeabilidade e da infiltração de água, resultantes de cargas aplicadas na superfície do solo (SOANE e OUWERKERK, 1994). Fatores internos e externos condicionam a resposta do solo à compactação, e em decorrência disto, o grau de degradação. 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. Os fatores internos são os atributos do solo, mais especificamente, o teor de carbono orgânico, a textura e a umidade do solo (DEFOSSEZ e RICHARDS, 2002).

Segundo Grohmann (1972), compactação do solo é o arrançamento ou agrupamento cerrado das partículas primárias e ou secundárias e pode ser resultante da compactação ou do adensamento do solo. O adensamento está relacionado com a migração de partículas (processos pedogenéticos), enquanto que compactação resulta de processos mecânicos sobre a superfície do solo. A qualidade dos solos sob pastagens, atualmente, é avaliada de acordo com três parâmetros físicos, que são: densidade do solo, resistência do solo a penetração e porosidade (Tabela 2). Esses parâmetros são analisados separadamente ou em conjunto (TORRES e SARAIVA, 2001). Para Vieira (1985), os atributos físicos do solo são interdependentes e, com isso, a modificação de um deles normalmente leva à modificação de todos os demais.

Mantovani (1987) caracterizou um solo como agronomicamente compactado, quando a proporção do volume total de poros, em um certo volume de solo, é inadequada ao máximo desenvolvimento de uma cultura ou manejo eficiente do campo. Daniel e Maretti (1990) conceituaram camada de solo compactada, como a faixa do perfil que, em sua extensão superficial ou

subsuperficial, apresenta, devido a uma carga de compressão mecânica, um valor de densidade do solo maior do que no seu estado natural.

Tabela 2. Valores de densidade de um solo (Ds), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) com diferentes níveis de forragem (OF) com capim-elefante-anão cv. Mott (Media de duas repetições).

Profundidade (cm)	OF ² (%)	Ds (g/cm ³)	Mi (%)	Ma (%)	Pt (%)
0 - 5	4,0	1,41 ^a	34,3 ^a	6,4 ^b	40,7 ^b
5 - 10	4,0	1,35 ^b	36,7 ^a	8,6 ^a	45,3 ^a
0 - 5	8,0	1,43 ^a	39,6 ^a	3,7 ^b	43,4 ^b
5 - 10	8,0	1,24 ^b	39,4 ^a	7,3 ^a	46,7 ^a
0 - 5	12,0	1,34 ^a	39,3 ^a	7,1 ^b	46,4 ^b
5 - 10	12,0	1,25 ^b	37,1 ^a	10,9 ^a	48,5 ^a
0 - 5	16,0	1,31 ^a	39,3 ^a	7,8 ^b	47,1 ^b
5 - 10	16,0	1,10 ^b	37,7 ^a	13,3 ^a	51,1 ^a
0 - 5	Cn	1,10 ^a	35,2 ^a	17,0 ^a	52,2 ^a
5 - 10	Cn	1,23 ^b	37,8 ^a	11,5 ^b	49,3 ^b
0 - 5	Mn	0,57 ^a	33,2 ^b	19,8 ^a	53,0 ^b
5 - 10	Mn	0,82 ^b	42,4 ^a	15,9 ^b	58,3 ^a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade. ² Cn: Campo natural, ³ Mn: Mata nativa

Fonte: Adaptado de Bertol et al.(2000)

Textura do solo

Os solos com textura argilosa apresentam uma maior expressão das forças de coesão e adesão. Isto é, quanto menos intemperizado e mais rico em minerais de argila, maior será a expressão das forças de coesão e adesão. As partículas de argila, devido ao seu reduzido tamanho, menores que 0,002 mm (LAL e SHUKLA, 2004), possuem elevada superfície específica e com isto maior reatividade. Desta maneira as moléculas de água se ligam mais facilmente a estas partículas do que outras de maior tamanho, como as partículas de areia. Porém, altos teores de silte e de areia muito fina favorecem ao encrostamento: uma forma de expressão de resistência (consistência) mecânica do solo, mais especificamente relacionada à camada superficial (RESENDE et al. 1999). De maneira geral, pode-se dizer que todos os solos sob pastejo sofrem

compactação devido ao tráfego dos animais, sobretudo os solos argilosos quando úmidos (TREIN et al., 1991) ou quando submetidos a intensidades de pastejo demasiadamente altas (BERTOL et al., 2000).

Leprun e Silva (1995) concluíram que a situação de solos nordestinos é melhor que a de solos africanos, graças aos seus teores de matéria orgânica (0,5 a 4,0%, mais comuns em torno de 2%), atividade biológica, permeabilidade (mais comuns 50 a 100 mm.h⁻¹), altura da coluna de inibição e estrutura fragmentar do horizonte superficial. Em geral, não tendem a formar crostas superficiais e as crostas formadas podem ser revertidas com o repouso do solo. Em Sumé, PB, a formação de crosta pelo trabalho da superfície de um Luvissolo vértico foi revertida após um ano de pousio.

Umidade do solo

A umidade é o fator mais importante na determinação da magnitude de deformação que pode ocorrer no solo quando determinada pressão é aplicada (MOSADDEGHI et al., 2000). O pastejo em condições de umidade, dependendo da textura do solo e topografia do terreno, pode intensificar a degradação física de um determinado solo.

De acordo com Costa et al.(1996), quando o solo está seco, parte da força utilizada no processo de compactação é consumida pelo atrito entre as partículas do solo. Nesta condição, para Dias Junior (1996), a capacidade de suporte de carga do solo pode ser suficiente para suportar as pressões aplicadas e a compactação do solo pode não ser significativa. Por outro lado, Warren et al. (1986), trabalhando com efeitos do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo, observaram que o pisoteio sobre o solo seco causou destruição mecânica dos agregados e compactou a camada superficial do solo.

Quando o solo está úmido, o arranjo da massa do solo é facilitado porque a água, apesar de não ser considerada lubrificante, facilita o movimento das partículas durante a compactação. Se o solo estiver molhado e a água preencher os poros, a mesma é capaz de evitar que a massa do solo se

arranje, já que ela é mais deformável que os sólidos e menos deformável que os gases que preenchem os poros dos solos com baixo teor de umidade (COSTA et al., 1996).

Resposta da planta a compactação

A compactação do solo traz como consequência mudanças bruscas nas relações solo-ar-água, principalmente em processos dinâmicos, tais como movimentação da água, ar e nutrientes: crescimento radicular das plantas e na difusibilidade térmica ao longo do perfil (CANALLI e ROLOFF, 1997). A qualidade física do solo favorável ao crescimento do sistema radicular é a condição necessária para obtenção e a manutenção de elevadas produtividades, devendo possuir baixa resistência à penetração das raízes e espaço poroso adequado ao movimento de água e gases (IMHOFF et al., 2000).

Em solo compactado, o sistema radicular concentra-se próximo à superfície (MÜLLER et al., 2001), tornando a planta mais susceptível a déficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais (ROSOLEM et al., 1994). Outros atributos físicos do solo como aeração, temperatura e resistência mecânica à penetração são modificados, afetando também atributos químicos, como a fertilidade, e biológicos, como a qualidade da microbiota, além da região ocupada pelas raízes (HILLEL, 1982).

No que se refere ao desenvolvimento das plantas, os maiores prejuízos parecem estar relacionados às condições hídricas e de aeração do solo, bem como ao aumento da resistência do solo à penetração das raízes (LEÃO et al., 2004). Alguns autores verificaram que o aumento da compactação modifica o comportamento da curva característica de água no solo e reduz a condutividade hidráulica do mesmo, diminuindo a disponibilidade de água às plantas (DEXTER, 2004). Tanto a deficiência de oxigênio (HILLEL, 1982) quanto a elevada resistência do solo à penetração (BEUTLER e CENTURION, 2004) diminuem o crescimento e a efetividade das raízes, afetando negativamente a absorção de nutrientes e água. A deficiência de O₂ também

afeta negativamente a biota do solo, levando à menor ciclagem dos nutrientes presentes nos resíduos vegetais e animais (SOUSA et al., 2006).

O efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às suas camadas mais superficiais (TREIN et al., 1991), podendo ser temporário e reversível (CASSOL, 2003). As gramíneas estão relacionadas à melhoria da estrutura desses solos (PALADINI e MIELNICZUK, 1991) e a consequente descompactação.

Segundo estudo realizado por Stephenson e Veigel (1987), a melhoria das condições físicas promovida pelas raízes de gramíneas, é caracterizada pela diminuição da densidade do solo, podendo chegar a 92%. Os efeitos na estruturação dos solos, devido à atuação das gramíneas, são atribuídos, principalmente, a alta densidade de raízes, que promove: i) aproximação de partículas pela constante absorção de água, ii) periódicas renovações do sistema radicular e uniforme distribuição dos exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana e, iii) formação e estabilização dos agregados (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006), e envolvimento físico dos microagregados pelas raízes (TISDALL e OADES, 1979).

De modo geral, o solo mantido em estado natural, sob vegetação nativa, apresenta atributos físicos, como permeabilidade, estrutura, densidade e porosidade, adequados ao desenvolvimento das plantas (ANDREOLA et al., 2000). Nestas condições, o volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande. À medida que o solo é submetido ao uso agrícola, ele sofre alterações na sua qualidade física, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal. Segundo Moura Filho e Buol (1972), a compactação excessiva pode limitar a infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas, e o desenvolvimento do sistema radicular.

A infiltração de água no solo pode ser uma propriedade adequada para estimar a qualidade física do solo (LEONARDO, 2003), sendo fortemente influenciada pelo grau de compactação, diminuição da porosidade e tamanho e continuidade de poros (MORAES, 1984).

Manejo das pastagens

O estudo do manejo de solo em pastagem nativa no Brasil é praticamente inexistente, e os poucos que existem, não refletem as condições do país, devido a sua heterogeneidade de solos associado e tipos climáticos entre as regiões. Embora, sejam evidentes os problemas relacionados com a degradação física, as pastagens são caracterizadas tradicionalmente como uma vegetação que protege e regenera as características do solo. Embora tal proteção dependa do correto estabelecimento e adequado manejo adotado, evitando assim o superpastejo, que reduz a proteção do solo e aumenta a compactação, além de reduzir a porosidade e infiltração da água. Por fim, tais fatos podem resultar no aumento do escoamento superficial e erosão das camadas superficiais do solo.

Numa primeira etapa, o pastejo resulta no desfolhamento da pastagem e a conseqüente perda da cobertura vegetal; ao mesmo tempo, tem-se a aplicação de tensões ao solo por meio do pisoteio animal (TABOADA, 2005). Isto pode resultar em aumento da perda de água por evaporação e na compactação do solo, que se constitui numa das principais causas da degradação da capacidade produtiva de solos agrícolas (ALBUQUERQUE et al., 2001). A biomassa que permanece sobre o solo durante o período de pastejo é extremamente importante para diminuir o efeito do casco dos animais sobre o solo, pelo fato do impacto da pata não se dar de forma direta sobre o solo, mas sobre o resíduo vegetal (SILVA et al., 2000). Além de amortecer o impacto sobre o pisoteio animal, uma boa cobertura vegetal aumenta a infiltração de água no solo, por promover maior aporte de matéria orgânica e contribuir para aumento da agregação e da porosidade; e reduz as perdas de água por evaporação, pois evita a exposição direta do solo aos raios solares.

De acordo com Watkin e Clements (1978) citados por Gaggero (1998), dois aspectos requerem atenção no manejo animal sobre pastagens: a pressão de pastejo e a movimentação dos animais. A força aplicada pelos cascos dos animais é normalmente subestimada por ser concebida como estática; no entanto, ao se movimentar, o animal transfere a massa do corpo para uma ou

duas de suas patas, além do efeito agravante da aceleração desenvolvida no movimento (TRIMBLE e MENDEL, 1995). Esta pressão sobre o solo pode ainda ser maior, dependendo da textura do solo e declividade do terreno.

O hábito de crescimento das pastagens pode proporcionar um aumento da degradação dos solos, já que uma cobertura vegetal inadequada em solos com elevada declividade pode ocasionar erosões laminar, em sulcos e até voçorocas. Nestas áreas, devem-se priorizar as espécies forrageiras que tem o hábito de crescimento prostrado (rasteiro), pois estas oferecem um maior percentual de cobertura do solo do que as de hábito ereto. As hastes vegetais das espécies que crescem no sentido horizontal recobrem o solo à medida que a planta se desenvolve, diferentemente das espécies de porte ereto, que crescem de forma vertical. O cultivo de espécies forrageiras de hábito ereto pode também promover uma boa cobertura do solo, desde que seu desenvolvimento permita o aporte de resíduos orgânicos capaz de recobrir o solo e evitar os efeitos erosivos do impacto das gotas de chuva e degradativos do pisoteio animal em excesso.

Em sistemas de pastejo intensivo, a probabilidade de que ocorra pisoteio repetidamente no mesmo local aumenta, promovendo acréscimos nos valores de densidade do solo que podem variar de 7% a 18% (AZENEGASHE et al., 1997). Já no sistema extensivo o pisoteio repetitivo tende a ser maior em áreas próximas aos cochos de água e sal e sob a copa das árvores, mas apenas durante o dia, já que à noite os animais tendem a se afastarem das sombras e dos cochos, em decorrência da diminuição da temperatura e do consumo de água. Desta forma, ocorre uma melhor homogeneidade do pisoteio animal nas pastagens sob sistema extensivo e concentração do pisoteio no sistema intensivo.

Greenwood et al. (1997), mostrou que a distribuição do estresse (compactação) sob a mesma superfície pressionada depende da área de contato. Em situações em que a área de contato é menor, como o pisoteio de ovelhas, o estresse será confinado próximo à superfície do solo. Estes mesmos autores, ao avaliarem o efeito da taxa de lotação por um período de tempo

superior a 30 anos sobre as propriedades físicas do solo, observaram que a compactação do solo provocada pelo pastejo de ovelhas limitou-se aos primeiros 5 cm do solo.

Willatt e Pullar (1983) assinalaram que bois da raça Jersey podem exercer pressões de 200 KPa, enquanto que as pressões aplicadas no solo por ovinos e caprinos podem ser de apenas 80 KPa e 60 KPa, respectivamente. Outros autores mencionam valores que variam de 250 KPa a 490 KPa, para bovinos de 400 a 500 kg, que podem atingir profundidades de 5,0 a 10,0 cm (PROFFITT et al., 1993).

Ciclagem de nutrientes e umidade do solo

Um bovino adulto urina, em média, 8 a 12 vezes por dia, e defeca 11 a 16 vezes no mesmo período, sendo que em cada evento produz 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7Kg de fezes, cobrindo áreas de 0,28 e 0,09m², respectivamente (MATHEWS et al., 1996).

A distribuição das dejeções é desuniforme na pastagem e varia em função do sistema de manejo adotado, da lotação e da movimentação de saleiros e cochos dentro do piquete (BRAZ et al., 2002). Em geral, a taxa de lotação e do período de permanência na pastagem, influencia diretamente a ciclagem de nutrientes, pela incorporação das excretas (fezes e urina), perdas por pastejo e depósito ao solo de partes senescentes das plantas. A absorção e a movimentação desses nutrientes no solo podem ser, porém, alteradas com o aumento da intensidade do pisoteio animal em consequência do aumento da compactação do solo. Desse modo, as propriedades físicas do solo (densidade do solo, resistência a penetração do solo, macroporosidade, retenção e infiltração de água) são alteradas pela compactação do solo, refletindo imediatamente na captação de nutrientes através do sistema radicular.

As excreções dos animais podem atingir diretamente a superfície do solo ou permanecerem parcial ou completamente sobre a parte aérea da planta. Ao permanecerem na parte aérea, representam prejuízos à reciclagem de nutrientes, seja por meio de perdas e/ou bloqueio temporário desses

nutrientes, ou até rejeição da forragem pelo animal. Em contrapartida, a urina consegue facilmente penetrar no solo, por estar no estado líquido, sendo, portanto considerada como uma fonte prontamente disponível de nutrientes às forrageiras. A porcentagem dos nutrientes retornados para a pastagem via fezes ou urina é descrita por estes mesmos autores na Tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem dos nutrientes retornados para a pastagem via fezes e urina de animais em pastejo.

Nutriente	Urina (%)	Fezes (%)
N	60-70	30-40
P	Traços	99
K	70-90	10-30
Ca	<5	>95
MG	10-30	70-90
S	5-10	90-95
Fe	Traços	99
Mn	Traços	99
Zn	Traços	99
Cu	Traços	99
B	99	Traços
Na	60-80	20-40
Cl	55-70	30-45

Fonte: MORAES e LUSTOSA, 1997.

Independente do método de pastejo, os animais tendem a se concentrar nas áreas próximas aos cochos de água e sal e nas sombras em certas horas do dia. Segundo Haynes e Williams (1993), demonstraram que 60% das fezes e 55% da urina foram depositadas em áreas de descanso. Humphreys (1991) verificou que 44 a 53% das micções e 26 a 29% das defecações ocorreram nas áreas de sombra nos dias quentes (temperatura igual a 27°C). Quando a temperatura foi de 23°C, apenas 11% das micções e defecações ocorreram na sombra. Nestas áreas são verificados os maiores teores de nutrientes acumulados, tais como N, P e K (MORAES e LUSTOSA, 1997).

Murphy et al. (1995) observaram diferenças no efeito do pisoteio por bovinos e caprinos sobre a compactação e ciclagem de nutrientes no solo. Nas áreas com pastejo de ovinos, a densidade do solo foi um pouco menor que nas

áreas pastejadas somente por bovinos. Também os teores de N, P, K, Ca e carbono no solo foram maiores nas áreas com presença de ovinos, o que segundo os autores pode ser atribuído a uma melhor distribuição de fezes e urina. Este fato favorece ainda o desenvolvimento dos organismos do solo e o crescimento das raízes das plantas, em decorrência da maior ciclagem de nutrientes.

Considerações Finais

A compactação dos solos pelo pisoteio animal pode ser evitada desde que, o manejo dos rebanhos, a taxa de lotação, a produção de forragem, a topografia do terreno e o clima sejam avaliados em conjunto e monitorados constantemente para determinar o tipo de manejo a ser adotado, permitindo assim, uma maior flexibilidade ao longo do ano. Fica evidente que o emprego de tais medidas influenciam diretamente o controle e a prevenção de possíveis perdas do solo por erosão, resultando em um melhor desempenho tanto das pastagens como dos animais.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, J.A. et al. Efeito da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-23, 2001.

ANDREOLA, F. et al. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.

AZENEGASHE, O.A. et al. Grazing sheep and cattle together or separately: effect on soil and plants. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p.380-386, 1997.

BELL, M.J. et al. Physical rehabilitation of degraded krasnozems using ley pastures. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, p.1093-1113, 1997.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante-anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.1047-54, 2000.

BETTERIDGE, K. et al. 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. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.581-8 2004.

BRAIDA, J.A. et al. Relações entre a quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., Santa Maria, 2004. **Anais...** Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM

BRAZ, S.P. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31:858-865, 2002.

CANALLI, L.B.; ROLOFF, G. Influência do preparo e da correção do solo na condição hídrica de um Latossolo vermelho-escuro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.99-104, 1997.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.107-114, 1995.

COSTA, L.M.; JUICKSCH, I.; GJORUP, G.B. **Fertilidade e manejo de solos**. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO POR TUTORIA À DISTÂNCIA. Brasília-DF, ABEAS, 1996. 61p.

DANIEL, L.A.; MARETTI, H.J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4. **Anais...** Campinas, Fundação Cargil, 1990, 265 p.

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

DEXTER, A.R. Soil physical quality - Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v.120, n.3-4, p.201-14, 2004.

DIAS JÚNIOR, M. de. S. **Notas de aula de física do solo**. Lavras-MG. 168p.1996

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1998. p.1-7.

FRANCIS, G.S. et al. Restorative crops for the amelioration of degraded soil conditions in New Zealand. **Australian Journal of Soil Research**, 37:1017-1034, 1999.

GAGGERO, M.R. **Alterações das propriedades físicas e mecânicas do solo sob sistemas de preparo e pastejo**. Porto Alegre, UFRGS, 1998, 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

GREENWOOD, K.L. et al. Long-term stocking rate effects on soil physical properties. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.37, p.413-19, 1997.

GROHMANN, F. Compacidade. In: MONIZ, A.C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo, 1972. p. 93-99.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Changes in soil solution composition and pH in urine-affected areas of pasture. **Journal of Soil Science**, 43: 323-334, 1993.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. San Diego, Academic, 1982. 264p.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge University Press, 1991.206p.

IBGE. **Censo Agropecuário 1995-1996**. Número 19 – São Paulo. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1998.

IBGE. **Indicadores Agropecuários**. <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua>>. Acesso em 30 de abril de 2009.

IMHOFF, S.; et al. 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.; SHUKLA, A. **Principles of soil physics**. p.102. CRC Press. 2004.

LEÃO, T.P. et al. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.415-423, 2004.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores da qualidade do solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do Estado do Paraná**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 121f. (Dissertação de Mestrado).

LEONEL, C.L.; et al. Comportamento de forrageiras em diferentes graus de compactação num Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2003. 4p. CD-ROOM.

LEPRUN, J.C.; SILVA, F.B.R. Les dégradations des sols en régions semi-arides au Brésil et en Afrique de l'Ouest. Comparaison et conséquences. Suggestions sur leurs réhabilitations respectives. In: PONTANIER, R.; M'HIRI, A.; AKRIMI, N.; ARONSON, J.; Le FLOC'H, E. **L'homme peut-il refaire ce qu'il a fait?** Paris, John Libbey Eurotext. p.267-291. 1995.

LIMA, C.L.R. et al. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p 945-951, 2004.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA PASTAGENS, 2., 1993. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1993. p.216-245.

MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.52-58, 1987.

MAPFUMO, E. et al. Grazing impacts on selected soil parameters under short-term forage sequences. **Journal of Range Management**, v.53, p.466-470, 2000.

MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia. **Proceedings...** JOOST, R.E.; ROBERTS, C.A. (Eds.). Columbia: University of Missouri, 1996. p. 213-229.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.129-149.

MORAES, W.V. **Comportamento de características e propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro, submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1984. 107f. (Dissertação de Mestrado).

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ªEd. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

MOSADDEGHI, M.R. et al. Soil compactibility as affected by soil moisture content and farmyard manure in central Iran. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 55, n. ½, p. 87-97, 2000.

MOURA FILHO, W., BUOL, S.W. Studies of Latosol Roxo (Eutrústox) in Brazil: micromorphology effect on ion release. **Experientiae**, v.21, p.161-177, 1972.

MÜLLER, M.M.L. et al. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.531-538, 2001.

MURPHY, W.M. et al. Cattle and sheep grazing effects on soil organisms, fertility and compaction in a smoothstalked meadowgrass-dominant white clover sward. **Grass and Forage Science**, v.50, p.191-194, 1995.

OLDEMAN, L.R. The global extent of soil degradation. In: GREELAND, D.J.; SZABOCLS, I. (Eds.). **Soil resilience and sustainable land use**. Wallingford: Cab International, 1994. p.99-118.

OLIVEIRA, G.C. et al. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, p.265-270, 2007.

PALADINI, F.C.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.

PROFFITT, A.P.B. et al. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a red-brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, v.44, p.317-31, 1993.

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 3ªEd. Viçosa: NEPUT, 1999. 338p.

ROSOLEM, C.A. et al. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.491-497, 1994.

SILVA, V.R. et al. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p. 191-199, 2000.

SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. van. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. van., ed. **Soil compaction in crop production**. Amsterdam, Elsevier, 1994. p.1-21.

SOUSA, A.R. et al. M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 12., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 1998

SOUSA, R. et al. Solos Alagados. In. MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Editora Evangraf, 2006. p.185-210.

STEPHENSON, G.R.; VEIGEL, A. Recovery of compacted soil on pastures used for winter cattle feeding. **Journal of Range Management**, v. 40, p. 46-48, 1987.

TABOADA, M.A. Efectos del pastoreo y pisoteo animal sobre las propiedades físicas de suelos. In: JORAJURÍA COLLAZO, D. (Org.). **Reología del suelo agrícola bajo tráfico**: modificaciones físico-mecánicas del suelo vinculadas a la compactación debida al tráfico agrario. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2005. p.131-43.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root system of ryegrass. **Australian Journal of Soil Research**, v. 17, p. 429-441, 1979.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com soja**. Londrina: Embrapa – CNPSO, 2001. 58p.

TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.105-111, 1991.

TRIMBLE, S.W.; MENDEL, A.C. The cow as a geomorphic agent – A critical review. **Geomorphology**, v.13, p.233-253, 1995.

VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.163-179.

WARREN, S.D. et al. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.1336-1341. 1986.

WILLATT, S.T.; PULLAR, D.M. Changes in soil physical properties under grazed pastures. **Australian Journal of Soil Research**, v.22, p.343-8, 1983