

**MAX SANDER SOUTO**

**PASTAGEM DE AVEIA E AZEVÉM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-  
PECUÁRIA: PRODUÇÃO DE LEITE E CARACTERÍSTICAS DO  
SOLO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre.

**CURITIBA  
2006**

**MAX SANDER SOUTO**

**PASTAGEM DE AVEIA E AZEVÉM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-  
PECUÁRIA: PRODUÇÃO DE LEITE E CARACTERÍSTICAS DO  
SOLO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Amadeu Bona Filho

**CURITIBA  
2006**

Aos meus pais,  
JOSÉ e HILDA,  
Às minhas irmãs,  
AGDA e ELAYNE,  
À minha filha,  
MARIA VALENTINA,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para tornar possível a realização deste trabalho, agradeço a todos que me incentivaram e me deram forças para enfrentar os obstáculos;

Ao Dr. Amadeu Bona Filho, pela confiança depositada, além de orientador um bom amigo;

Ao Dr. Aníbal de Moraes, co-orientador, pelo desenvolvimento do meu interesse pela pesquisa;

Ao Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, co-orientador e um dos provedores intelectuais deste projeto;

Ao Dr. João Ricardo Dittrich, pela amizade e contribuições durante o curso;

À Elaine Hack, colega de curso, pelas madrugadas dedicadas aos trabalhos de campo;

Aos colegas de curso Deonísia Martinichen e Tateryn Naggel, pelo apoio e paciência;

À Melanie e Fernanda pela dedicação e amizade;

Aos professores Romildo e Edson, que possibilitaram a execução do projeto;

Ao Instituto Cristão e todos os seus alunos, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho;

À Cooperativa Agropecuária Castrolanda pelo apoio financeiro;

A todos os outros que aqui não foram mencionados por algum motivo.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	3
2.2 PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	5
2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA.....	5
2.2.2 DIETA E QUALIDADE DE LEITE.....	6
2.3 A PASTAGEM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	9
2.4 O SOLO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	12
2.4.1 FÍSICA DO SOLO.....	12
2.4.2 QUÍMICA DO SOLO.....	16
2.4.2.1 RECICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS PASTORIS.....	16
2.4.2.2 FÓSFORO (P), POTÁSSIO (K) e MAGNÉSIO (Mg).....	18
2.5 BIBLIOGRAFIA.....	21
3 INSERÇÃO DE PASTAGEM CONSORCIADA DE AVEIA E AZEVÉM NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM SUBSTITUIÇÃO DE ALIMENTOS CONSERVADOS.....	27
3.1 RESUMO.....	27
3.2 ABSTRACT.....	28
3.3 INTRODUÇÃO.....	29
3.4 METODOLOGIA.....	31
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.6 CONCLUSÕES.....	42
3.7 REFERÊNCIAS.....	42
4 FÓSFORO, POTÁSSIO, MAGNÉSIO E DENSIDADE DO SOLO SOB PASTAGEM CONSORCIADA DE AVEIA E AZEVÉM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	45
4.1 RESUMO.....	45
4.2 ABSTRACT.....	45
4.3 INTRODUÇÃO.....	46
4.4 METODOLOGIA.....	48
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.6 CONCLUSÕES.....	58
4.7 REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS	

## LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2	
Tabela 1 -	Repartição de nutrientes (%) excretados via fezes e urina..... 17
CAPITULO 3	
Tabela 1 -	Acúmulo Total e desaparecimento total de Massa Seca (MS) da pastagem (Kg.ha <sup>-1</sup> ) nos três períodos de avaliação ..... 35
Tabela 2 -	Evolução da proteína bruta, FDA e FDN da pastagem nos três períodos de avaliação..... 35
Tabela 3 -	Altura média diária da pastagem (cm) e quantidade de matéria seca ofertada (% do peso vivo) por dia..... 36
Tabela 4 -	Peso médio das vacas (Kg) nos três períodos de avaliação e durante todo o experimento..... 37
Tabela 5 -	Produção média de leite (Kg.vaca <sup>-1</sup> ) e produção média de leite em cada período de avaliação..... 38
Tabela 6 -	Teor de gordura do leite (%) nos períodos de avaliação e o teor médio de gordura durante todo o experimento..... 39
Tabela 7 -	Teor de proteína do leite (%) nos períodos de avaliação e o teor médio de proteína durante todo o experimento..... 40
Tabela 8 -	Quantidade de gordura produzida (Kg.vaca <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) nos períodos de avaliação e quantidade média de gordura produzida (Kg.vaca <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) durante todo o experimento..... 40
CAPITULO 4	
Tabela 1 -	Quantidade de proteína produzida (Kg.vaca <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) nos períodos de avaliação e quantidade média de proteína produzida (Kg.vaca <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) durante todo o experimento..... 41
Tabela 2 -	Densidade do solo (g.dm <sup>-3</sup> ) em duas datas de amostragem..... 52
Tabela 3 -	Carga animal (Kg.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) dos quatro tratamentos testados nos três períodos avaliados e média de todo o período experimental..... 53
Tabela 4 -	Variação dos teores de Fósforo no solo (mg.dm <sup>-3</sup> , em resina) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem..... 54
Tabela 5 -	Variação dos teores de Potássio no solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem..... 56
Tabela 6 -	Variação dos teores de Magnésio no solo (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem..... 57

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) estáveis em água, após cinco anos de diferentes sistemas agrícolas: lavoura (L) (soja/aveia em sistema de Plantio Direto); pastagem (P) (pastagem contínua de braquiária); L/P/L (rotação soja/aveia/soja/braquiária/soja/aveia/soja); e P/L/P (rotação braquiária/soja/aveia/soja/braquiária). <b>Fonte:</b> adaptado de Salton et al. (1999).....	15
FIGURA 2 -	Varição da densidade do solo entre os tratamentos em duas datas de coleta de amostras.....	52

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica da produção de leite pela substituição da ração a base de silagem e concentrado por pastagem, observando a quantidade e a qualidade do leite produzido, além de acompanhar o impacto que a presença dos animais teve sobre a densidade e a variação dos nutrientes fósforo, potássio e magnésio no solo, o presente trabalho foi conduzido no colégio agrícola Instituto Cristão, no município de Castro-PR., no período de 19/julho/2004 a 15/outubro/2004 em área de integração lavoura-pecuária, foi implantado no inverno pastagem de azevém e aveia (25 ha). Foram utilizadas 4 vacas “testers” por unidade experimental mais animais reguladores, com lotação contínua e utilização da metodologia “Put and Take”. Os tratamentos foram: T1 – fornecimento de 100% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém; T2 – fornecimento de 65% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, mais acesso a área de pastagem de aveia e azevém; T3 – fornecimento de 45% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, mais acesso a área de de pastagem de aveia e azevém; T4 – fornecimento de 25% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, mais acesso a área de de pastagem de aveia e azevém, em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições por tratamento, dividindo-se o tempo total do experimento em três períodos para análise das características animais e do leite. Não foi encontrado diferença estatística para a produção total de leite corrigida a 4% de gordura, assim como para o peso dos animais e os teores de gordura e de proteína e quantidade de gordura e proteína produzida. Houve melhoria da densidade do solo após pastejo, redução nos teores de fósforo e magnésio no solo e aumento nos teores de potássio no solo, sem, contudo, haver diferença entre os tratamentos.

Palavras-chave: Leite, pastagem, gordura, proteína, densidade do solo, fósforo, potássio, magnésio, sistemas integrados.

## ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to evaluate the technical viability of milk production replacing ensilage and concentrated ration by range considering the quantity and quality of the produced milk and also following the impact that the presence of the animals had over the soil density and the phosphorus, potassium and magnesium variation on the soil. This work was conducted at the agricultural school "Instituto Cristão" in Castro-PR, from July 19<sup>th</sup> to October 15<sup>th</sup> 2004. It was used a farming-cattle raising integration area where 25 ha of oats and ryegrass were grown in winter. Four testers cows per experimental unit plus regulator animals were used with continuous capacity and Put and Take methodology. The treatments were: T1 – supply of 100% of the animal need for maintenance and production of 28 Kg of milk per day on feed trough, as ensilage and concentrate, plus the access to oats and ryegrass range; T2 – supply of 65% of the animal need for maintenance and production of 28 Kg of milk per day on feed trough, as ensilage and concentrate, plus the access to oats and ryegrass range; T3 – supply of 45% of the animal need for maintenance and production of 28 Kg of milk per day on feed trough, as ensilage and concentrate, plus the access to oats and ryegrass range; T4 – supply of 25% of the animal need for maintenance and production of 28 Kg of milk per day on feed trough, as ensilage and concentrate, plus the access to oats and ryegrass range. These treatments were submitted in casualty blocks design with three repetitions per treatment, dividing the total time of the experiment in three periods for analysing the characteristics of the animals and the milk. There wasn't found any statistical difference of total production of the milk corrected per 4% of fat and also for the animals weight and levels of fat and protein and quantity of fat and produced protein. There was an improvement of the soil density after grazing, reduction of phosphorus and magnesium levels and increase of potassium levels on the soil, however, without difference between treatments.

Key-Words: Milk, Pasture, Fat, Protein, Soil bulk density, Phosphorus, Potassium, Magnesium, Integrated Systems.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, sendo que comercialmente é o maior. A produção de leite é de aproximadamente de 23,4 bilhões de toneladas ao ano, com 20,6 milhões de vacas ordenhadas, sendo o sétimo maior produtor mundial com 4,4% do total produzido (Embrapa, 2006).

Apesar do grande volume produzido, a produtividade média brasileira é baixa, 1137 Kg produzido por vaca ao ano, colocando o país apenas no décimo quinto lugar nas maiores produtividades no mundo, sendo que as regiões sudeste e sul do país são responsáveis por aproximadamente 65% da produção nacional (Embrapa, 2006).

No Paraná estima-se que a produção total de leite esteja próxima de 2,14 bilhões de toneladas ao ano e produtividade média de 1776 Kg por vaca ao ano, sendo o sul do estado responsável por cerca de 29% desta produção, com mais de 450 milhões de toneladas produzidas. A produtividade média nesta região do estado é de 2125 Kg por vaca ao ano, bem acima da média do estado e da nacional. A microrregião de Ponta Grossa, na qual se encontra o município de Castro, é responsável por uma produção de 267 milhões de litros, com uma produtividade média de 3560 Kg por vaca ao ano (Embrapa, 2006).

O leite é o principal produto subsidiado no mundo, e o preço pago ao produtor no Brasil é muito menor que o pago nos principais países produtores. Com a globalização do mercado e a importação de produtos lácteos, o consumidor brasileiro tem-se tornado cada vez mais exigente com relação a qualidade dos produtos nacionais, forçando a indústria e os produtores a se modernizarem e a oferecerem um produto de melhor qualidade. No Brasil, a partir dos anos 90, o uso de alimentos concentrados na alimentação de bovinos cresceu rapidamente. Todavia, o uso de alimentos com alta qualidade nutricional não assegura o máximo desempenho animal concomitantemente com a melhor eficiência econômica (Oliveira et al., 2005). Para se obter uma produção leiteira mais lucrativa deve-se procurar utilizar-se do melhor potencial genético animal, sob condições que permitam otimizar a produção, e maximizar o retorno econômico.

Na região de Castro o sistema de produção de leite predominante utiliza vacas confinadas, que tem como limitações o elevado custo e implicações ambientais. A atividade agrícola, considerada como uma das mais avançadas no país, é praticada com

quase totalidade da área em plantio direto, utilizando a soja e o milho em rotações no verão com cobertura de inverno, aonde se destaca o uso de aveias, ou eventualmente algum cereal de inverno que não tem apresentado resultado econômico favorável. A utilização destas áreas de pastagens de inverno representa uma solução para toda a região como alternativa de renda no inverno, bem como redução de custos na produção de leite e de contaminação ambiental. Porém a adoção desta prática esbarra na aceitação tanto dos produtores como principalmente dos técnicos regionais, que se apegam em paradigmas como: Animais em pastejo não conseguem manter elevadas produções; o uso de animais em áreas agrícolas acarreta compactação do solo e uma elevada extração de nutrientes.

A hipótese que do presente trabalho é que: sendo a pastagem a fonte mais barata de alimento para vacas leiteiras, a sua utilização em áreas de agricultura de verão para pastejo durante o inverno permite manter altas produções de leite, reduzindo o custo de produção sem, contudo, prejudicar as características do solo pelo efeito do pastejo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da produção de leite pela substituição da alimentação com forragem conservada e concentrado por pastagem, bem como acompanhar o impacto da presença dos animais sobre o solo.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar se a pastagem possibilita nutrição adequada às vacas no decorrer do experimento e comparar entre os tratamentos por meio do peso dos animais;
- Comparar a possibilidade de produção de leite corrigida a 4% de gordura suportada pela pastagem entre os tratamentos;
- Determinar se existe diferença entre os teores de gordura e proteína no leite produzido;
- Determinar se a presença de animais na área experimental alterou a densidade do solo;
- Acompanhar a influência dos dejetos animais na variação dos nutrientes fósforo, potássio e magnésio no solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Na região sul do Brasil, o sistema de integração lavoura-pecuária, utilizando-se principalmente gramíneas e leguminosas anuais, já vem sendo usado há algum tempo, e com bons resultados. Estes sistemas de integração têm potencial para aumentar a produtividade de grãos e de carne/leite, reduzindo os riscos de degradação e promovendo a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Garcia et al., 2004).

Segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (2006), a área utilizada para produção apenas de soja e milho na safra de verão 2005/2006 é de 5391045 ha. Devido à baixa rentabilidade com o cultivo de cereais de inverno e à ausência de outras alternativas, aproximadamente 25% desta mesma área será utilizada nas culturas de inverno em 2006, o restante destas áreas deverá ser utilizada com plantas de cobertura de solo ou simplesmente deixadas em pousio.

A inclusão de pastagens em áreas agrícolas pode ser uma ferramenta útil na recuperação de áreas degradadas, bem como meio para garantir a sustentabilidade deste sistema. Um dos benefícios desta integração lavoura-pecuária no sub-tropical brasileiro é a utilização de áreas agrícolas com forrageiras temperadas como azevém (*Lolium multiflorum*), aveias (*Avena sp.*), trevo branco (*Trifolium repens*), trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) e cornichão (*Lotus corniculatus*) no período frio do ano, formando um sistema de produção suplementar à gramíneas de estação quente. Isto representa uma solução à pecuária para este período crítico do ano, constituindo-se numa alternativa de utilização destas áreas pelos agricultores (Moraes et al., 1995).

Para Vilela et al. (2003) os inúmeros e incontáveis benefícios da integração lavoura-pecuária podem ser sintetizados como: agronômicos, por meio de recuperação e manutenção das características produtivas do solo; econômicos, por meio da diversificação de oferta e obtenção de maiores rendimentos a menor custo e em qualidade superior; ecológicos, por meio da redução da biota nociva às espécies cultivadas e conseqüente redução da necessidade de defensivos agrícolas, bem como

redução da erosão; e sociais, por meio da distribuição mais uniforme de renda, já que as atividades pecuárias e agrícolas concentram e distribuem renda, respectivamente. Deve-se considerar também a maior geração de tributos, de empregos diretos e indiretos, além da fixação do homem ao campo.

O uso de gramíneas e leguminosas forrageiras ou a consorciação destas espécies, em rotação com culturas anuais, oferece vantagens como: incremento da fertilidade do solo, aumento da reciclagem de nutrientes, melhoria das condições físicas do solo, incremento da microflora e microfauna do solo, controle de plantas daninhas e quebra no ciclo de pragas e microorganismos patogênicos e renovação ou recuperação de pastagens degradadas, aumento na produção de grãos e carne, rotação de culturas reduzindo pragas e doenças, redução do custo de produção, otimização do uso de máquinas e implementos, capitalização do produtor, maior estabilidade econômica, aumento na geração de empregos no setor agropecuário, maior sustentabilidade, valorização da propriedade e desenvolvimento do setor rural (Garcia et al., (2004), Borges (2004)).

A rotação de pastagens e culturas aparece como uma das estratégias mais promissoras para desenvolver sistemas de produção que visem melhor utilização de insumos e, por sua vez, mais sustentáveis ao longo do tempo (Siqueira Jr., 2005).

O sistema lavoura-pecuária condiciona um resíduo no final do período de pastejo que é o resultado do manejo da pastagem. Este resíduo no final do período pode ser utilizado como cobertura para a semeadura direta de culturas, reduzindo os riscos de erosão do solo. Desta forma, os resíduos pós pastejo, podem ter os mesmos efeitos de outras coberturas, comumente utilizados em semeadura direta. (Jones et al., 1991).

Assmann (2001) avaliou a produção de milho cultivado sobre uma pastagem composta por aveia preta, azevém e trevo branco com doses de nitrogênio, pastejada ou não e conclui que áreas de pastagens que recebem adubação nitrogenada no inverno apresentaram uma tendência em exibir maiores produtividades nas áreas pastejadas que nas áreas não pastejadas. Estas conclusões evidenciam o efeito positivo do pastejo sobre a transferência de nitrogênio da pastagem para a cultura sucessora.

Consalter (1998) demonstra que a produtividade da soja não foi afetada com a entrada dos animais em pastejo no inverno em áreas destinadas à lavoura no verão, além de que durante os meses de julho a novembro, considerados meses de perda de peso dos animais na região de Guarapuava, foram obtidos elevados valores de ganho médio diário ( $1,098 \text{ Kg.animal}^{-1}\text{dia}^{-1}$  a  $1,272 \text{ Kg.animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e ganho de peso vivo por hectare ( $612 \text{ Kg.ha}^{-1}$  a  $748 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ).

## 2.2 PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

### 2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA

Nos últimos anos, as cadeias produtivas têm sofrido alterações significativas, e o setor primário foi um dos mais afetados, principalmente quando se analisa um mercado globalizado e altamente competitivo. Análises têm mostrado uma redução nos preços recebidos pelo setor primário e uma elevação nos preços dos insumos (Gomes, 2002). Este fato tem sido verificado em todos os mercados mundiais, e não é diferente do que esta acontecendo com a bovinocultura de leite no Brasil, onde as margens de lucro estão cada vez mais reduzidas, Oliveira et al (2005).

O planejamento das ações a serem implementadas para modificar a eficiência e economicidade do processo produtivo depende de gerenciamento e também de conhecimento sobre o significado real do que é tecnologia para produção de leite. Existe uma concepção generalizada no país de que sistemas tecnificados apresentam custos elevados, porque se confunde tecnologia com investimentos em recursos não produtivos e aparência de fazendas que adotam propostas ambiciosas, mas não conseguem resultados por falta de capacidade de gerenciamento do processo produtivo e análise dos resultados obtidos no modelo de produção implantado (Jank, 1997).

A produção de leite deve ser competitiva com outras atividades agrícolas para progredir e se estabelecer em determinada região. Para isso, deve-se explorar com máxima eficiência todos os recursos existentes em cada sistema de produção, de forma adequada e economicamente viável. Entende-se por eficiência a exploração racional de todos os fatores produtivos na fazenda, para que se obtenha um bom resultado econômico (Faria, 1976).

Conhecida a base para a exploração da atividade leiteira, torna-se possível estabelecer outros parâmetros, como, por exemplo, definir a estratégia para produção de volumoso caracterizando alimentação de primavera/verão e outono/inverno (Corsi e Penati, 1998).

Em alguns países da Comunidade Econômica Européia, tem sido observada redução na produção de leite e tendência à adoção de novos modelos de produção menos intensificados, em parte devido aos ajustes de mercado, e por outro lado devido às pressões para controle ambiental, com a implementação de medidas restritivas visando a redução de nitrogênio no ar, na água e no solo e à redução de minerais e

resíduos nos solos e nas águas. Nos Estados Unidos, a produtividade tem aumentado, mas a taxa de crescimento da produção tem diminuído, e em algumas regiões o uso de pastagens no processo produtivo tem ganhado adeptos. Austrália e Nova Zelândia destacam-se pelo crescimento da produção de leite, sendo responsáveis pelo abastecimento de boa parte do mercado mundial, esses países adotam um modelo de produção competitivo, à base de pastagens, em que a curva de produção de leite é ajustada à disponibilidade de forragens, usando-se assim o mínimo de suplemento concentrado (Pereira, 2004a). Na Argentina, encontram-se sistemas à base de pastagens de alfafa, em que as produtividades variam de 16 a 25 L.vaca<sup>-1</sup>, dependendo do nível tecnológico empregado (Assis, 1997).

Vilela et al. (1993) avaliaram vacas holandesas puras mantidas em confinamento ou em pastagem de “coast-cross” (*Cynodon dactylon*) recebendo 3 Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> de concentrado e obtiveram produções em média de 280 dias de lactação, de 20,6 e 16,6 Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> de leite, respectivamente, com uma taxa de lotação de 5,8 U.A.<sup>\*1</sup>.ha<sup>-1</sup> para os animais a pasto. Concluíram que embora a receita proveniente do leite comercializado no sistema a pasto tenha sido inferior a do sistema em confinamento, a margem bruta foi 32% superior, indicando que o sistema de pastejo em “coast-cross” constitui alternativa viável para a intensificação da produção de leite na região Sudeste do Brasil.

### 2.2.2 DIETA E QUALIDADE DE LEITE

O leite é um produto natural que contém uma série de compostos sintetizados pela glândula mamária, a partir de nutrientes derivados da digestão e posterior metabolismo dos nutrientes consumidos. O leite também tem componentes derivados diretamente da dieta, incluindo alguns minerais, vitaminas, ácido palmítico e ácidos graxos com 18 e mais átomos de carbono. Outros componentes do leite são ainda sintetizados por tecidos extramamários, tais como ácidos graxos derivados do tecido adiposo e algumas proteínas (Fredeen, 1996).

Essa diversidade de produtos, de composição bastante diferente, faz com que a indústria processadora de leite passe a exigir matéria-prima de qualidade elevada, e em alguns casos de composição específica, por exemplo, leite com reduzido teor de gordura (Mattos e Pedroso, 2005). Aproximadamente 60% das variações na composição do leite são influenciadas por fatores genéticos, sendo os restantes influenciados por fatores

---

\*1 U.A. – Unidade animal com peso de 450 Kg.

ambientais, incluindo alimentação. (Shearer et al., 1992). Segundo Fredeen (1996), a nutrição é responsável por até 50% da variação nos teores de proteína e gordura do leite.

Segundo Álvares (2005), a análise da experiência internacional, da tendência de consumo doméstico e da composição da pauta brasileira de exportações de lácteos, em 2004, evidencia que a valorização dos sólidos na composição do preço do leite pago ao produtor é uma tendência irreversível, especialmente para as empresas que pretendem ampliar a participação no mercado doméstico e internacional. Em 1990, A Nova Zelândia respondia por 19% das exportações mundiais de produtos lácteos. Hoje, os neozelandeses detêm uma fatia de 35% do mercado internacional de leite. O pagamento aos produtores com base nos sólidos do leite, a partir de 1993, foi fator preponderante para o aumento da competitividade da indústria e, conseqüentemente, ampliação da participação no mercado externo.

Ainda segundo Álvares (2005), o pagamento por sólidos não foi o único responsável pelo sucesso neozelandês. Mas a elevação da produtividade da matéria-prima quando processada, graças à maior quantidade de sólidos por litro de leite, foi decisiva para o aumento da competitividade internacional. Vale ressaltar que a Nova Zelândia exporta 95% da sua produção, composta basicamente de leite em pó, queijos, manteiga e ingredientes lácteos, ou seja, sólidos do leite. Por esse motivo, valorizar a produção de proteína e gordura, em detrimento do volume de leite produzido, revelou-se uma mudança muito acertada.

A gordura é o principal componente energético do leite, sendo responsável por muitas das suas propriedades físicas, características industriais e qualidades organolépticas. A gordura do leite é composta predominantemente por triglicerídeos (95 a 98%), sendo o restante composto por fosfolípidios, colesterol, ácidos graxos livres e monoglicerídeos (Kennelly, 1996). De acordo com Amédéo (1997), os ácidos graxos de cadeia longa são provenientes diretamente da alimentação ou das reservas de gordura mobilizadas do organismo, enquanto que os ácidos graxos de cadeia curta são oriundos dos produtos da fermentação ruminal. Portanto, a gordura do leite é parte sintetizada pela glândula mamária a partir dos ácidos acético e butírico, sendo esses ácidos graxos produzidos no rúmen, a partir da fermentação da dieta. Os precursores dos ácidos graxos sintetizados no tecido mamário incluem glicose, acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato. Entretanto, alguns ácidos graxos provenientes da dieta ou do metabolismo ruminal e intestinal são incorporados à glândula mamária a partir do sangue. Uma grande proporção de triglicerídios transportados pelas lipoproteínas do sangue entram na glândula mamária (González et al., 2001).

Trabalhos realizados na década de 30 já demonstravam o efeito do excesso de concentrados na redução do teor de gordura do leite. A recomendação genérica, bastante simplista, preconizava que o teor de concentrados na matéria seca da dieta não deveria ultrapassar 60%. A partir deste nível, o teor de fibra da dieta é diminuído e, conseqüentemente, o tempo de ruminação, o que acarreta menor produção de saliva e seus tamponantes, redução do pH ruminal (abaixo de 6,0) e da relação acetato/propionato (abaixo de 2,2) a níveis considerados propícios à queda no teor de gordura do leite (González et al., 2001).

Aproximadamente 25% dos ácidos graxos do leite são derivados da dieta e 50 % do plasma sanguíneo. O resto é elaborado na glândula mamária a partir de precursores, principalmente de acetato. O acetil-CoA utilizado pela glândula mamária dos ruminantes para a síntese da gordura do leite se forma fundamentalmente a partir do acetato proveniente do sangue, que por sua vez, deriva em grande parte do acetato absorvido no rúmen (González et al., 2001). O ácido acético, propiônico e butírico são os principais ácidos encontrados no rúmen, e a concentração destes depende tanto da composição da dieta quanto do regime alimentar (Kolb, 1984).

O teor de gordura do leite depende principalmente do teor de fibra da dieta (Oliveira et al., 1999). As fibras da dieta possibilitam a produção de acetato pelos microorganismos ruminais, este acetato produzido é utilizado na síntese da gordura do leite pela glândula mamária (Teixeira, 1992).

Os carboidratos dos alimentos podem ser divididos em duas frações: estruturais (FDN) e não estruturais (principalmente amido, açúcares e pectina). Os carboidratos não estruturais (CNE), de modo geral, possuem alta taxa de fermentação e produzem maior proporção de ácido propiônico e láctico (com exceção da pectina), que reduzem o pH ruminal e a gordura do leite (González et al., 2001).

A qualidade e composição da gordura do leite são influenciadas por vários fatores inter-relacionados, como a quantidade e qualidade da fibra, a relação volumoso:concentrado, o local e a taxa de degradação dos carboidratos não estruturais, principalmente do amido, e características dos suplementos gordurosos (Ashes et al., 1997). Tanto o teor quanto a composição da gordura do leite (seu perfil de ácidos graxos) podem ser bastante afetados pela dieta. Em ruminantes os lipídios da dieta são extensivamente alterados pelos microorganismos do rúmen, através do processo de bio-hidrogenação dos ácidos graxos polinsaturados presentes na dieta, o que tende a tornar a gordura do leite mais saturada, mas que também resulta na formação e secreção de inúmeros ácidos graxos do tipo trans (gorduras altamente saturadas) no leite, alguns dos

quais apresentam efeitos positivos sobre a saúde humana (Mattos e Pedroso, 2005). Os ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no rumem constituem a principal fonte de energia para os ruminantes. Essa produção é oriunda da fermentação dos carboidratos, mediante a ação dos microorganismos que habitam essa porção do trato intestinal (Silva e Leão, 1979).

O fornecimento de gordura na dieta, de maneira geral, tende a deprimir os teores de gordura. Esta prática muitas vezes é economicamente interessante por ser uma forma de aumentar a energia disponível das dietas, especialmente de animais de alta produção. Isto na maioria dos casos resulta em aumento do volume da produção, porém com freqüente (e variável) prejuízo à composição do leite. O excesso de gordura atua no rúmen diminuindo a digestibilidade da fibra. Alterando assim a proporção de acetato e propionato e facilitando o acúmulo de ácidos graxos do tipo trans, especialmente se à gordura for associados altos níveis de carboidratos não estruturais na dieta (González et al., 2001).

Moreira et al. (2000) não encontraram diferenças entre os teores de gordura e proteína do leite, quando compararam dietas contendo silagem de milho e feno de alfafa. Já, Smith et al. (1992), quando substituíram a silagem de milho em 25 a 50% da matéria seca pelo feno de alfafa, obtiveram aumento no teor de gordura do leite.

Segundo Sutton (1989), a mudança no teor de proteínas do leite também pode ser conseguida pela manipulação da dieta, mas numa magnitude bem inferior às alterações possíveis no teor de gordura. Sabe-se que 50% ou mais da proteína metabolizável são compostos pela proteína microbiana, considerada a fonte de maior valor biológico disponível ao ruminante. A maximização da síntese de proteína microbiana é fundamental para se produzir leite com elevado teor de proteína. Dietas que forneçam de 11 a 13% da MS na forma de proteína degradável no rumem, com uma fonte de proteína não-degradável no rúmen (PNDR) de perfil adequado de aminoácidos que complemente o da proteína microbiana, fornecem as condições para maximizar a síntese de proteínas do leite (Chandler, 1989).

### 2.3 A PASTAGEM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Por possuir extensas áreas de pastagens e o maior rebanho comercial do mundo, a pecuária no Brasil é uma atividade altamente competitiva. Nesse aspecto, as pastagens, atuando para viabilizar essa competitividade, representam um papel fundamental no processo produtivo, possibilitando o atendimento da demanda mundial

por alimentos produzido em moldes que garantam a sustentabilidade dos sistemas, com respeito ao ambiente e aos animais (Pereira, 2004a).

As pastagens cultivadas têm apresentado crescimento acentuado, ocupando área cada vez maior, passando de cerca de 30 milhões de hectares em 1970, para cerca de 105 milhões, representando um incremento de 350% em 25 anos (Zimmer e Euclides Filho, 1997).

As condições favoráveis de clima e solo dominantes no sul do Brasil beneficiam a produção de matéria seca (MS) das espécies forrageiras de estação fria, permitindo assim a obtenção de altos rendimentos de produção de forragem, principalmente em áreas com integração lavoura-pecuária (Assmann, 2002).

As pastagens temperadas, quando manejadas intensamente são colhidas em várias ocasiões durante a estação de crescimento, por meio de corte ou de pastejo, e a produção de forragem anual varia, geralmente, quantidades de 8.000 a 15.000 Kg de MS.ha<sup>-1</sup> caso o fornecimento de nitrogênio não seja limitante (Assmann, 2002).

Com bom manejo de pastagens, obedecendo ao estágio fenológico das plantas, consegue-se alimento de boa qualidade e alta produção de matéria seca por unidade de área (Corsi e Penati, 1998). A primeira condição básica que deve ser reconhecida e respeitada é que só existe produção animal em pastagens se estas forem mantidas estáveis e produtivas (Silva, 2005). Aumento na produção de matéria seca de melhor qualidade por unidade de área reduz o custo do alimento e possibilita a obtenção de produções mais elevadas de leite (Nussio, 1993). O crescimento das plantas forrageiras e, conseqüentemente, a sua produção depende de fatores relacionados à planta e as condições edafoclimáticas. A disponibilidade de nutrientes no solo tem grande importância no crescimento das forrageiras (Assmann, 2002).

O valor nutritivo e a oferta de forragem devem ser considerados em conjunto, visto que apenas a presença da planta no sistema não significa necessariamente incremento no desempenho, já que a forragem precisa apresentar condições para ser metabolizada com eficiência no trato gastrointestinal. Deve-se considerar também que o valor nutritivo da forragem se caracteriza por sua composição química, digestibilidade e natureza dos produtos digeridos. A composição química é um fator associado somente com a planta e o meio ambiente; por outro lado, a digestibilidade, a natureza dos produtos digeridos e a eficiência de utilização são associados com a planta e o animal (Mott e Moore, 1985).

Para Pereira (2004a), altas taxas de produção de leite são limitadas não apenas pela baixa digestibilidade do material ingerido, como também pela massa de forragem disponível na pastagem. O pasto deve fornecer determinada quantidade de proteínas,

energia e minerais para os animais, a restrição no consumo torna-se um fator limitante no sistema de produção. Moore (1980) sugeriu que o valor nutritivo é determinado pela:

- concentração de nutrientes na planta;
- digestibilidade dos nutrientes e;
- natureza dos produtos finais da digestão.

O rendimento de produto animal individual e por área é determinado pela qualidade e quantidade da forragem consumida. A qualidade da forragem leva em consideração o valor nutritivo e o consumo voluntário (Mott e Moore, 1985).

Conforme Minson (1981), a quantidade de forragem ingerida pelo animal depende basicamente de três fatores:

- disponibilidade da forrageira na pastagem;
- composição química e;
- exigências nutricionais do animal.

A qualidade da forragem é bastante influenciada pela temperatura ambiente. Altas temperaturas durante o crescimento aceleram o alongamento do colmo e os processos de amadurecimento, ocasionando aumento nos tecidos da parede celular e na lignificação, bem como decréscimo na digestibilidade da matéria seca (Wilson, 1981).

Pastagens de clima temperado bem manejadas apresentam valores de proteína bruta próximos a 20% e fibra detergente neutro (FDN) entre 40 e 50%, indicativos de uma forragem de excelente qualidade (Pereira, 2004a).

A importância da proteína decorre de sua essencialidade direta para o organismo animal, para fins de manutenção e produção, assim como de forma indireta, via atividade da microbiota ruminal. Embora o mínimo de 7% de proteína bruta (PB) seja necessário para garantir a fermentação dos carboidratos estruturais no rúmen, um valor mais alto é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal (Gomide e Queiroz, 1994).

Relacionando consumo com a composição da forrageira, quando o teor de proteína da forrageira atinge níveis inferiores a 7%, ocorre drástica redução no consumo, ao passo que o consumo é inversamente relacionado ao teor de fibra (FDN), em dietas contendo acima de 60% desta (Van Soest, 1994). Posteriormente, Mertens (1987) apontou a fibra como o fator mais limitante do consumo.

A estrutura da externa da célula vegetal, denominada parede celular, é formada por diversos polissacarídeos, dos quais o mais característico é a celulose (Van Soest, 1994), formada desde o interior da célula, como uma malha de estruturas filamentosas denominadas microfibrilas. A disposição espacial dessas microfibrilas é variável, e o

espaço entre elas fica coberto por uma matriz amorfa de outros polissacarídeos, como as hemiceluloses, pectina, cutina e lignina (Fahn, 1974).

As características que essencialmente definiriam a parede celular em relação a sua degradação no rúmen são a sua organização anatômica e as propriedades químicas de seus componentes (cristalização da celulose, grau de acetilação das hemiceluloses, grau de lignificação), assim como as características de sua superfície (permeabilidade, rugosidade, cutinização) (Pereira, 2004b). A cutícula serosa constitui importante barreira para o acesso dos microorganismos aos tecidos vegetais, dificultando a colonização, o que atrasará o início das atividades degradativas (Van Soest, 1994).

A lignina atua como proteção física à celulose, já que a matriz lignina-hemicelulose funciona como uma barreira, dificultando o acesso dos microorganismos e de suas enzimas à celulose. Por outro lado, a lignina pode inibir o crescimento microbiano e a atividade de enzimas digestivas, formando, ainda no rúmen, complexos com os carboidratos, limitando assim a digestão destes (Jung e Jahey Jr, 1983). Além disso, deve-se considerar seu efeito sobre a colonização microbiana, já que é praticamente impossível a fixação de microorganismos sobre células com paredes muito lignificadas (Akin, 1979).

## 2.4 O SOLO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

### 2.4.1 FÍSICA DO SOLO

A produtividade do solo não depende somente da quantidade suficiente de nutrientes, mas também do sistema poroso adequado nas camadas onde se desenvolvem as raízes das plantas. Entretanto, a alteração do sistema poroso, através da compactação, poderá alterar a permeabilidade, a drenagem, a retenção de água, a alteração da concentração de CO<sub>2</sub> na zona radicular, a resistência do solo à penetração de raízes e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Correa e Reichardt, 1995).

A compactação do solo traz como conseqüência 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 difusão térmica ao longo do perfil (Canalli e Roloff, 1995). As características físicas do solo são interdependentes; com isto, a modificação de uma delas normalmente leva à modificação de todas as demais. Por outro lado, a compactação do solo é um conceito complexo, de difícil

descrição e mensuração. Está intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que, reconhecidamente, são importantes no desenvolvimento das plantas (Vieira, 1985).

Tanner e Mamaril (1959) verificaram que o tráfego animal causava sérios problemas de compactação nos solos de textura argilosa, diminuindo o espaço poroso e a aeração, aumentando a densidade do solo e ocasionando uma redução na produtividade das pastagens. Vicente-Chandler e Silva (1960), estudaram o efeito do pisoteio em dois Latossolos e verificaram que a compactação resultante não atingiu profundidades superiores a 7,5 cm, Correa e Reichardt (1995) mostram que as maiores alterações da resistência do solo à penetração ocorreram na camada de 0 -10 cm, e que houve uma tendência em aumentar essa resistência com o tempo de pastejo em áreas exclusivamente de exploração pecuária, eles concluem que houve um aumento da compactação da camada superficial do solo sob pastagem em função do tempo de pastejo.

Coimbra et al. (1996), ao avaliarem o efeito do impacto do animal no solo de áreas de plantio direto envolvidas na integração lavoura-pecuária mostraram que os efeitos negativos do pisoteio são rapidamente revertidos após o cultivo da lavoura de verão. Quando as culturas de grãos, com manejo adequado, entram em rotação com pastagens corretamente utilizadas com animais, a matéria orgânica do solo se renova, a estrutura física do solo melhora e o espaço poroso aumenta. Este sistema de produção é um instrumento importante e pode assegurar a estabilidade da propriedade agrícola (Consalter, 1998).

Spera et al. (2004), estudando pastagens sob plantio direto, conclui não haver evidências de que o pisoteio tenha interferido negativamente nos atributos físicos do solo. A presença do sistema radicular de gramíneas possibilita uma melhora na estrutura física do solo, pelo aumento da porosidade total e pelo acréscimo de matéria orgânica ao solo, melhorando a estrutura e a estabilidade dos agregados, principalmente da superfície do solo. Bertol et al. (2004) comparando tipos de preparo do solo, com ou sem rotação e de culturas, com campo nativo justifica a baixa densidade do campo nativo em comparação aos outros tratamentos a presença de grande quantidade de raízes próximas à superfície do solo, mesmo com presença de animais em pastejo. Constatou aumento no teor de carbono orgânico tanto em semeadura direta (27%) quanto em campo nativo (54%), em relação ao preparo convencional na camada de 0-10 cm, resultado da ausência de revolvimento do solo, favorecendo a manutenção e acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo.

A utilização de plantas de cobertura intercalares ao milho demonstrou ser uma prática benéfica para as propriedades relacionadas a estrutura do solo por aumentar a macroporosidade, a porosidade total e a condutividade hidráulica saturada e reduzir a densidade do solo quando comparado com o sistema milho isolado Argenton et al. (2005). Conclui também que a introdução de culturas que aportam grande quantidade de resíduos orgânicos pode ser utilizada para reduzir a densidade do solo quando esta for superior a  $1.300 \text{ Kg.m}^{-3}$  no Latossolo Vermelho Avaliado.

Salton et al. (1995), avaliando os atributos físicos do solo no sistema integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto, pôde observar maior taxa de infiltração de água no solo em áreas cultivadas com soja em plantio direto sobre pastagem de braquiária, em comparação à semeadura com a leguminosa no sistema convencional. Analisando a densidade do solo após pastejo pelos animais em uma área de rotação soja/aveia/milho/soja, verificou-se aumento da densidade do solo, caracterizando adensamento nos primeiros 5 cm.

Siqueira Jr. (2005), comparando uma área com e outra sem pastejo, indica que os valores de densidade aumentaram com a presença dos animais, mas de forma a não comprometer a condição física do solo para a produção da cultura posterior a pastagem e que ao longo do período de cultivo existe um retorno a condição de densidade inicial, comprovando-se que a presença de animais em pastejo contínuo no inverno, quando a pastagem é bem manejada a pastagem, não prejudica a densidade do solo. Consalter (1998), trabalhando com integração lavoura-pecuária, conclui que na comparação dos valores do índice de cone e densidade do solo, para um conteúdo padrão de umidade gravimétrica (42%), nas profundidades estudadas (0-5 cm e 5-10 cm), durante o estudado, não foram constatadas diferenças, com suficiente magnitude, para caracterizar a presença de camadas compactadas na área avaliada.

Ayarza et al. (1993) apresentaram resultados positivos na melhoria das propriedades físicas do solo, como a estabilidade de agregados, em sistema de integração lavoura-pecuária. Pastagens semeadas em seqüência a lavouras de soja aumentaram rapidamente a estabilidade de agregados, superando, inclusive, a vegetação natural e comprovando o importante papel do extenso e profundo sistema radicular das gramíneas na agregação de partículas do solo.

Os resíduos das gramíneas promovem a melhoria do solo por possuírem maior conteúdo de lignina, possibilitando aumento de ácidos carboxílicos e ácidos húmicos nos substratos (Primavesi, 1982), favorecendo a estruturação e a estabilidade dos agregados do solo (Fassbender e Bornemisza, 1994), tornando-o menos suscetível à compactação.

Segundo Silva e Mielniczuk (1997), os efeitos benéficos das gramíneas na formação e estabilização dos agregados do solo são devido à alta densidade de raízes, que promove a aproximação das partículas pela constante absorção de água do perfil do solo, às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição de exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana, cujos subprodutos atuam na formação e estabilização dos agregados.

Salton et al. (1999) observaram que, em áreas com pastagem e naquelas em que a pastagem participou em rotação com a lavoura, o tamanho dos agregados na camada de 0-10 cm foi muito superior àquele encontrado em área que teve apenas lavoura, mesmo no sistema de plantio direto (Figura 1).

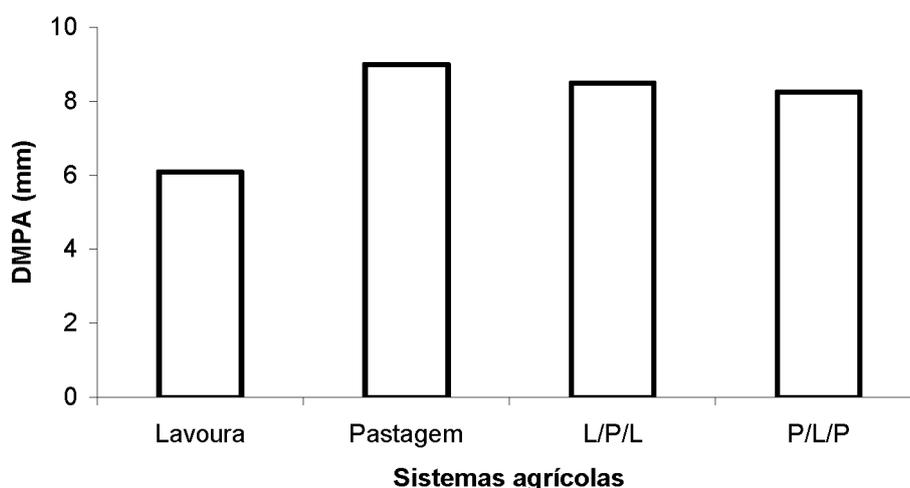


FIGURA 1 – Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) estáveis em água, após cinco anos de diferentes sistemas agrícolas: lavoura (L) (soja/ aveia em sistema de Plantio Direto); pastagem (P) (pastagem contínua de braquiária); L/P/L (rotação soja/ aveia/ soja/ braquiária/ soja/ aveia/ soja); e P/L/P (rotação braquiária/ soja/ aveia/ soja/ braquiária). **Fonte:** adaptado de Salton et al. (1999).

Reid e Gross (1980) encontraram aumento na estabilidade de agregados de um solo arenoso após quatro semanas de cultivo com azevém (*Lolium perenne*). Tal efeito foi atribuído à liberação de substâncias orgânicas pelas raízes, que atuam na estabilização de forma direta ou indireta por meio da atividade microbiana.

Os resultados das pastagens nas rotações e culturas de grãos tem sido avaliados e comprovados nas mais variadas condições ambientais. Tem-se destacado o efeito das pastagens no aumento da permeabilidade e capacidade de retenção de água nos solo, decorrente principalmente dos efeitos das raízes das gramíneas forrageiras sobre a

estrutura do solo com conseqüente aumento da resistência à erosão. Também tem sido demonstrado, que a propriedade que melhor identifica o estado de degradação física do solo, e o seu manejo é a compactação (Consalter, 1998).

## 2.4.2 QUÍMICA DO SOLO

### 2.4.2.1 RECICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS PASTORIS

Os desafios atuais têm levado pesquisadores e técnicos à quebra de paradigmas, para que o solo não seja visto como um doador inerte de nutrientes, mas como um compartimento do sistema, vivo e dinâmico, cujo “status” depende essencialmente do funcionamento do conjunto (Correia, 1997).

Com a crescente demanda por maior produtividade vegetal, tem sido aumentada a atenção para uma adequada nutrição das plantas. Os nutrientes minerais presentes nos solos, nos animais e nas plantas desempenham funções vitais para a manutenção de cada componente do sistema solo-planta-animal. O estabelecimento e a produtividade das plantas forrageiras são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes, provenientes do solo (Monteiro e Werner, 1997).

De acordo com Werner et al. (2001), o solo não é uma fonte inesgotável de nutrientes, ocorrendo variações na quantidade de cada um dos elementos, de solo para solo, além de existirem nutrientes que se esgotem mais rapidamente do que outros, em virtude da lixiviação, de maior absorção, da remoção para plantas, além de outros fatores, criando a necessidade de equilíbrio entre os vários elementos do solo, para que seja garantido o desenvolvimento normal das plantas.

Pereira (2004b) cita como fonte de nutrientes para o sistema: o material de origem dos solos; o retorno dos resíduos vegetais; a aplicação de fertilizantes e corretivos; suplementos alimentares e água fornecida aos animais, nutrientes da atmosfera provenientes de precipitações pluviométricas, da fixação simbiótica e da fixação não simbiótica; e a deposição das excreções dos animais em pastejo. Quanto à contribuição das excreções dos animais. O fósforo, o cálcio e magnésio são excretados principalmente nas fezes; o nitrogênio e o enxofre podem ser excretados em quantidades consideráveis tanto nas fezes quanto na urina, já o potássio, em maior quantidade na urina. Como saídas, destacam-se: a volatilização, desnitrificação, lixiviação, percolação, erosão, fixação pelo solo e produto animal e vegetal.

Os minerais acumulados na forrageira estão sujeitos a mecanismos de reciclagem, onde se distinguem três compartimentos principais: solo, planta e animal. O solo esta em equilíbrio com os resíduos (fração orgânica, restos vegetais, organismos e excreções). A absorção de nutrientes pela planta e pelo animal representam retardamentos temporários no fluxo de nutrientes no sistema que esta em estado estável (Malavolta, 1986). A tabela 1 demonstra a repartição dos minerais encontrados.

Tabela 1 - Repartição de nutrientes (%) excretados via fezes e urina (Wilkinson e Lowrey, 1973).

<b>Elemento</b>	<b>Urina</b>	<b>Fezes</b>
K	70-90	30-10
P	traços	95 <sup>+</sup>
Mg	30-10	70-90
S	6-90	10-94
Ca	traços	99
Fe	traços	95 <sup>+</sup>
Mn	traços	95 <sup>+</sup>
Zn	traços	95 <sup>+</sup>
Cu	traços	95 <sup>+</sup>
B	95 <sup>+</sup>	traços

Uma recomendação para o solo é levar em conta a maximização da reciclagem de nutrientes nas diretrizes de manejo. Visto que o solo é um compartimento aberto, pode-se, por meio da reciclagem de nutrientes, aumentar a eficiência produtiva do sistema, já que o mesmo nutriente pode circular pelo sistema maior número de vezes, criando menor dependência externa e preservando o ecossistema (Nascimento Jr et al., 2003).

Dentre as práticas de manejo, a utilização de nitrogênio em pastagens é uma das medidas que mais incrementos traz na produção (Lugão et al., 2003). O nitrogênio faz parte da composição de ácidos nucléicos e hormônios, interferindo diretamente no processo fotossintético, por ser constituinte da molécula de clorofila e de uma variedade de outros compostos que influenciam no metabolismo da planta (Hopkins, 1995). É um dos mais importantes nutrientes para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, por ser o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos formadores da estrutura vegetal. O nitrogênio é responsável por características do porte da planta, tais como tamanho das folhas e do colmo e aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos. Com baixo teor de nitrogênio no solo, o crescimento da planta é lento, apresentando porte baixo, com poucos perfilhos, e a concentração de proteína não atende as exigências do animal (Werner, 1986a).

Segundo Fribourg (1985), respostas lineares de gramíneas anuais de verão à fertilização nitrogenada acima de 200 kg.ha<sup>-1</sup>, têm sido obtidas. Para altos níveis de adubação, o parcelamento é essencial para o crescimento uniforme e o equilíbrio nutricional das plantas.

É importante ressaltar que para obtenção de altas produções de forragem, além da adubação nitrogenada, é necessária a manutenção de teores adequados de fósforo, potássio e magnésio, além de outros nutrientes, os quais contribuem para aumentar a capacidade das plantas de utilizar o nitrogênio, principalmente em altas doses (Lopes, 1989). Teores adequados de K e P, especialmente o de K, aumentam a eficiência das plantas em utilizar altas doses de N e transforma-lo em proteína (Lopes e Guilherme, 1989).

Os nutrientes são retornados as pastagens pelas excreções dos animais em pastejo. O valor dos excrementos como fonte de nutrientes depende da distribuição nas pastagens, da categoria e espécie animal, da quantidade consumida e composição química das partes da planta que são consumidas. A passagem de nutrientes pelo animal representa uma importante via de retorno dos nutrientes ao sistema de pastagens. Os animais usam apenas uma pequena quantidade dos nutrientes ingeridos, 60 a 90% destes nutrientes retornam a pastagem via urina e fezes (Williams et al., 1989). As fezes aparentemente contém todo o Mg ingerido e não retido pelos animais em pastejo (During e Weeda, 1973) e alto teor de P, tanto orgânico como inorgânico, mas principalmente inorgânico, que é fortemente correlacionado com a quantidade de P ingerido (Bronfild e Jones, 1970).

#### 2.4.2.2 FÓSFORO (P), POTÁSSIO (K) e MAGNÉSIO (Mg)

Há evidências de que as espécies forrageiras diferem entre si no seu requerimento nutricional em relação ao fósforo e na sua eficiência de absorção e utilização deste nutriente. Contudo, experimentos com pastagens, tanto de gramíneas como de leguminosas têm mostrado respostas à adubação fosfatada. Os efeitos residuais podem ser bastante prolongados, sendo uma função, entre outros fatores, da quantidade de fósforo aplicado. (Malavolta et al. 1986).

Correa e Reichardt (1995) trabalhando com o efeito do tempo de uso de pastagens na Amazônia central constataram que a deficiência de P no solo foi um dos fatores que mais limitou a capacidade produtiva das gramíneas, corroborando com Werner e Haag (1972), que consideram que o P desempenha importante papel no

desenvolvimento do sistema radicular, e no perfilhamento das gramíneas (Werner e Mattos, 1972).

Corrêa et al. (1997) testaram os efeitos de doses e fontes de P, sobre a produção de capim-tanzânia (*Panicum maximum*). O capim respondeu ao P independente da fonte, e com doses maiores do que 200 Kg.ha<sup>-1</sup> não houve aumento significativo de produção. Fonseca et al. (1988) evidencia que existe uma variação para o nível crítico de P causada pela diferença entre espécies e pela idade da planta.

Teixeira (1987), estudou o potássio em solo de pastagem com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, verificou que os animais consomem todo o potássio que necessitam da pastagem, pois o sal mineral é isento de potássio. De 51,33 Kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de potássio consumido pelos animais somente 0,86% ficou estocado nos animais, sendo a maior parte (99,14%), retornado ao pasto pelas fezes e urina. A forragem não consumida pelos animais apresenta-se também como uma fonte importante de retorno de nutrientes para o sistema, destacando a distribuição uniforme das plantas na área da pastagem (Monteiro e Werner, 1997).

O magnésio não é um elemento normalmente empregado em adubações. Entretanto, seu suprimento é feito usualmente através da calagem utilizando calcário, e particularmente com o uso de calcário dolomítico (Raj, 1991). No Brasil não é comum ocorrerem registros de deficiência desse nutriente nas plantas forrageiras, porém a diminuição da concentração de magnésio nessas plantas pode ocasionar a “tetania das pastagens” em bovinos (Fonseca e Meurer, 1995).

A deficiência de magnésio geralmente ocorre sob condições onde a deficiência de cálcio também é problema. Uma proporção relativamente alta do magnésio nos restos vegetais incorporados ao solo, que darão origem ao húmus, esta presente na clorofila (Malavolta, 1976).

Omissões de nutrientes em solução nutritiva para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu causaram uma redução de 45% na produção de massa seca da parte aérea, de 70% nas raízes e de 32 % no número de perfilhos, quando comparado a omissão do magnésio com o tratamento completo (Monteiro et al., 1995).

Pesquisadores do Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (1984), trabalhando com uma pastagem degradada de *Brachiaria humidicola*, obtiveram aumento significativo na produção de massa seca com a aplicação de magnésio de 10 Kg.ha<sup>-1</sup>, o que evidenciou a importância do emprego do magnésio como nutriente, e não como corretivo de acidez.

Correa e Reichardt (1995) encontraram redução nos teores de magnésio de 0,54  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para 0,32  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  na camada de 0 a 10 cm do sexto para o décimo ano e de 0,20  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para 0,15  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  do quarto para o sexto ano de avaliação das alterações químicas de solos sob pastagem de *Brachiaria humidicola* com quatro, seis e dez anos em relação ao solo sob floresta.

## 2.5 BIBLIOGRAFIA

AKIN, D. E. Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms. **J. Anim. Sci.**, v.48, p. 701-710, 1979.

ÁLVARES, J. G. Pagamento do leite por sólidos. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, NV. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 129-139, 2005.

AMÉDÉO, J. L'alimentation et la pathologie nutritionnelle. In: LES RENCONTRES QUALITÉ DU LAIT, I.1997. Rennes. **Annales...** Rennes. 1997.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, 29:425-435, 2005.

ASHES, J. R.; GULATI, S. K.; SCOTT, T. W. Potential to alter milk fat through nutrition. **Journal of Dairy Science** 80(9): 2204-2212, 1997.

ASSIS, A. G. Production of milk under grazing in Brazil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa – MG, UFV, p. 31-57, 1997.

ASSMAN, A. L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção de pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária**. Curitiba, 2002. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 2002.

ASSMAN, T. S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba, 2001. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 2001.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo do Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia. **Cerrados: fronteira agrícola do século XXI: resumos**. Goiânia: SBCS, v.3, p. 121-122, 1993.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JR., W. A. Propriedade Físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, 28:155-163, 2004.

BORGES, E. P. História do processo integração agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 353-384, 2004.

BRONFIELD, S. M.; JONES, O. L. The effect of sheep on the recycling of phosphorous in heyed-off pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, p. 699-711, 1970.

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.19, n. 1, p. 121-126, 1995.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe anual – 1983**: programa de pastos tropicales. Suelos/nutricion plantas. Cali, p.179-203, 1984.

CHANDLER, P. Achievement of optimum amino acid balance possible. **Feed-stuffs** 61(26): 14., 1989.

COIMBRA, C. H.; SOUZA, M. L. P.; MORAES, A. Avaliação do efeito do impacto do animal no solo em áreas de plantio direto envolvidos na integração lavoura-pecuária. **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**. Maringá, p. 129-150, 1996.

CONSALTER, M. A. S. **Sistema integrado lavoura-pecuária e compactação em latossolo bruno**. Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 1998.

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

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R.; VITTI, G. C. Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia a fontes e doses de fósforo no estabelecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora, p. 190-192, 1997.

CORREIA, M. E. F. Fauna de solo, microorganismos e matéria orgânica como componentes da qualidade do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14, Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 39-54, 1997.

CORSI, M.; PENATI, M. A. Condições técnicas para localização e instalação da exploração leiteira. In PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. **Planejamento da exploração leiteira**. Piracicaba, Fealq, p. 7-55, 1998.

DURING, C.; WEEDA, W. C. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.16, p. 426-439, 1973.

EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM GADO DE LEITE. <http://www.cnpqg.embrapa.br-.url>. Acesso em 10/02/2006.

FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1974.

FARIA, V. P. de. **Conceito de eficiência em produção de leite**. In MOURA, J. C. de. **Simpósio sobre Pecuária de Leite**. São José dos Campos. Fundação Cargill, p. 73-93, 1976.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos**: com énfasis en suelos de América Latina, 2. ed. San José: IICA, 420 p., 1994.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Antagonismo entre potássio e magnésio em plantas de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1034-1035, 1995.

FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and technology** 59(1-3): 185-197, 1996.

FRIBOURG, H. A. Summer annual grasses. In: HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. (Eds.). **Forages**: the science of grassland agriculture. 4. ed. Ames: Iowa State University, 643p., 1985.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageira utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 331-352, 2004.

GOMES, S. T. Situação atual e tendência da competitividade de sistemas de produção. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; MARTINS, M. C.; NOGUERIA NETO, V. O. **Agronegócio do leite e políticas públicas para seu desenvolvimento sustentável**. Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, p. 67-81, 2002.

GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 223-247, 1994.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜR, J. W. FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. UFRGS. Porto Alegre, RS. 2001.

HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995.

JANK, F. Produção de leite: continuamos sem saber qual é o melhor sistema. **Preços Agrícolas**, ano XI, nº 125, p. 7-9, 1997.

JONES, R. K.; et al. Sustaining multiple production systems: 4. Ley pastures in croplivestock systems in the semi-arid tropics. **Tropical Grasslands**, v.25, p.189-196, 1991.

JUNG, H. J. G.; JAHEY JR., G. C. Nutricional implications of phenolic monomers and lignin. **A review. J. Anim. Sci.**, v.57, p. 206-219, 1983.

KENNELLY, J. J. Producing milk with 2,5% fat – the biology and health implications for dairy cows. **Animal Feed Science and Technology** 60(3-4): 161-180, 1996.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1984.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: Anda/Potafós, 1989.

LOPES, A. S.; GUILHERME, R. Uso eficiente de fertilizantes. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2, 1989, Piracicaba. **Anais...**São Paulo: ESALQ, p. 1-58, 1989.

LUGÃO, S. M. B.; RODRIGUES, L. R. de A.; ABRAHÃO, J. J. dos S.; MALHEIROS, E. B.; MORAES, A de. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-OO6998) adubadas com nitrogênio. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v.25, n.2, p. 371-379, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ave Maria, 528p., 1976.

MALAVOLTA, E.; LIEM, T. H.; PRIMAVESI, A. C. P. A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1. Nova Odessa, SP, 1985. **Anais...** Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato. Piracicaba, p. 30-146, 1986.

MATTOS, W. R. S.; PEDROSO, A. M. Influência da nutrição sobre a composição de sólidos totais no leite. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, NV. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 103-128, 2005.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function, **J. Anim. Sci.**, v.54, p. 1458-1558, 1987.

MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake, In: SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, Brisbane, **Proceedings...** p. 167-182, 1981.

MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D. et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, v.52, n.1 p. 135-141, 1995.

MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 55-84, 1997.

MORAES, A. de; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, XXXII. **Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília. D. F., p. 146-200, 1995.

MOREIRA, A. M., PEREIRA, O. G., GARCIA, R. Produção e composição do leite de vacas lactantes recebendo dietas contendo silagem de milho e fenos de alfafa e de capim coast-cross. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

MOORE, J. E. **Crop Quality – Storage and utilization**. ASAS, Madison, 1980.

MOOT, G. O.; MOORE, J. E. Evaluating forage production. In: **Forages**. 4. Ed. Ames: Iowa State University, p. 422-429, 1985.

NASCIMENTO Jr., D.; BARBOSA, R. A.; MARCELINO, K. R. A.; GARCEZ NETO, A. F.; DIFANTE, G. S.; LOPES, B. A. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 1-81, 2003.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para produção de silagem. IN: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (ed.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba. Fealq, p. 75-177, 1993.

OLIVEIRA, C. A. F.; FONSECA, L. F. L. **Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite**. Higiene Alimentar, 13 (62): 10-16, 1999.

OLIVEIRA, S. A. de; FARIA, V. P. de; PENALTI, M. A.; MARTELETO, M. Análise técnico-econômica de sistemas de produção de leite.. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 81-102, 2005.

PEREIRA, J. C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 287-330, 2004a.

PEREIRA, M. N. Proteína não degradável no rúmen e síntese de proteína no leite. [http://www.milkpoint.com.Br/mn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&área=17&área\\_desc=Nutri%26ccdiil%3B%26atilde%3bo&id\\_artigo=20446&perM=10&pêra=2004](http://www.milkpoint.com.Br/mn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&área=17&área_desc=Nutri%26ccdiil%3B%26atilde%3bo&id_artigo=20446&perM=10&pêra=2004). Milkpoint, 2004b.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 541 p., 1982.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 343p., 1991.

REID, J. B.; GOSS, M. J. Changes in the aggregate stability of a sandy loam affected by growing roots of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**. London, v.31, p. 325-328, 1980.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; BORGES, E. P.; PAIVA, C. Avaliação do sistema de plantio direto na sucessão de soja sobre pastagem de Brachiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995. Viçosa. SBCS/UFV, v.4, p. 1816-1818, 1995.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; BROCH, D. L.; FABRÍCIO, A. C. **Alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja-pastagem, no sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 5 p., 1999

SEAB - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ. <http://www.pr.gov-seab-deral-plpr.xls.url>. Acesso em 05/02/2006.

SHEARER, J. K.; BACHMAN, K. C.; BOOSINGER, J. **The production of quality milk**. Fact sheet DS61, Dairy Production Guide, Florida Cooperative Extension Service. IFAS, University of Florida. 1992. 7p.

SILVA, I. De F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.113-117, 1997.

SILVA, J. F. C. Da; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 1979.

SILVA, S. C. Da. Manejo do pastejo para obtenção de forragem de qualidade. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, NV. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 129-139, 2005.

SIQUEIRA JR., L. A. de. **Alterações de características do solo na implantação de um sistema de integração agricultura-pecuária leiteira**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SMITH, W. A., HARRIS, JR., B. VAN HORN, H. H. The effects of increasing levels of alfalfa hay in corn silage diets, supplemented with whole cottonseed and/or animal tallow, on the production response of lactating dairy cows. In: FLORIDA DAIRY PRODUCTION CONFERENCE, 29, 1992. Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: 1992.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 28:533-542, 2004.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science** 72(10): 2801-2814, 1989.

TANNER, C. B.; MAMARIL, C. P. Pasture soil compactation by animal traffic. **Agronomy Journal, Madison**, v.51, n.6, p. 329-331, 1959.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras: FAEPE, 1992.

TEIXEIRA, L. B. **Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em área de floresta na Amazônia Central**. Manaus, 1987. Tese (Doutorado) Fundação Universidade do Amazonas, 1987.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, J. Effects of nitrogen fertilization and grass species on soil physical conduction in some tropical pastures. **Jornal of Agricultural**, University Puerto Rico, v.44, p. 77-86, 1960.

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

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; PIRES, M. F. A.; CÓSER, A. C.; CAMPOS, O. F. LIZIEIRE, R. S.; REZENDE, J. C.; ASSIS, A. G. Comparação entre o sistema de pastejo em coast-cross (*Cynodon dactylon*, L.) e o sistema de confinamento de vacas de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JR., G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (eds.). **Integração Lavoura Pecuária**. Santo Antonio de Goiás-GO: EMBRAPA Arroz e Feijão, p. 143-181, 2003.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986a.

WERNER, J. C.; HAAG, H. P. **Estudos sobre nutrição mineral de alguns capins tropicais**. Boletim da Industria Animal, Nova Odessa, v.29, n.1, p. 191-245, 1972.

WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. **Estudos sobre nutrição de capim-gordura**. Boletim da Industria Animal, Nova Odessa, v.29, n.1, p. 175, 1972.

WERNER, J. C.; COLOZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 18, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 129-156, 2001.

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

WILSON, J. R., Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, St. Lucia, CSIRO, **Proceedings...** p. 117-131, 1981.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. Brazilian pasture and beef production. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa-MG: UFV, p. 1-29, 1997.

**INSERÇÃO DE PASTAGEM CONSORCIADA DE AVEIA E AZEVÉM NA  
ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS EM SUBSTITUIÇÃO DE ALIMENTOS  
CONSERVADOS**

Max Sander SOUTO<sup>1</sup> Amadeu BONA FILHO<sup>2</sup> Aníbal de MORAES<sup>3</sup> Paulo César de  
Faccio CARVALHO<sup>4</sup> João Ricardo DITRICH<sup>5</sup> Deonisia MARTINICHEN<sup>6</sup> Elaine HACH<sup>7</sup>

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e composição do leite de vacas mantidas sob pastagem consorciada de aveia e azevém e diferentes quantidades de alimento conservado, sendo conduzido no colégio agrícola Instituto Cristão, no município de Castro-PR., no período de 19/julho/2004 a 15/outubro/2004 em área de integração lavoura-pecuária, foi implantado no inverno pastagem de azevém e aveia (21,4 ha). Foram utilizadas 4 vacas “testers” por unidade experimental mais animais reguladores, com lotação contínua e utilização da metodologia “Put and Take”. Os tratamentos foram: T1 – fornecimento de 100% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém; T2 – fornecimento de 65% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, mais acesso a área de pastagem de aveia e azevém; T3 – fornecimento de 45% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e concentrado, mais acesso a área de de pastagem de aveia e azevém; T4 – fornecimento de 25% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia no cocho, na forma de silagem e

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Msc.. E.mail: max\_sander@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Médico Veterinário, Dr. Prof do Depto. de Zootecnia da UFPR.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. Prof do Depto. de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR.

<sup>4</sup> Zootecnista, Dr. Prof do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS.

<sup>5</sup> Médico Veterinário, Dr. Prof do Depto. de Zootecnia da UFPR.

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, Dr.

<sup>7</sup> Zootecnista, Msc., Doutoranda em Agronomia do Curso de Pós-Graduação Em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

concentrado, mais acesso a área de de pastagem de aveia e azevém, em um delineamento de blocos ao acaso com três repetições por tratamento, dividindo-se o tempo total do experimento em três períodos para análise das características animais e do leite. Não foi encontrado diferença estatística para a produção total de leite corrigida a 4% de gordura, assim como para o peso dos animais e os teores de gordura e de proteína e quantidade de gordura e proteína produzida.

Palavras-chave: Leite, pastagem, gordura, proteína, sistemas integrados

## **INSERTION OF PASTURE CONSORTIUM OF OAT AND AZEVÉM IN MILCH COW FEEDING IN SUBSTITUTION OF FEEDING CONSERVED PRODUCTS**

**ABSTRACT** - The objective of this experiment was to evaluate the cow's milk yield and milk composition. The cows were maintained by a pasture of oat + annual ryegrass and different amounts of supplement feed. The experiment was conducted at the farm of the Instituto Cristão School, Castro city, in an area of no tillage crop-pasture system, during the period between 07/19/2004 and 10/15/2004. At the beginning of the winter the pasture was implanted, a mix of oat plus annual ryegrass (21,4 ha). It was used 4 testers animals per experimental unit plus the regulatory animals, under continuous stocking rate using the put and take technique. The treatments were: T1 – animals had free access to the oat + ryegrass pasture and received 100% of animal necessity for maintenance and production of 28Kg of milk per day, as silage and Concentrate. T2 - animals had free access to the oat + ryegrass pasture and received 65% of animal necessity for maintenance and production of 28Kg of milk per day, as silage and Concentrate. T3 - animals had free access to the oat + ryegrass pasture and received 45% of animal necessity for maintenance and production of 28Kg of milk per day, as silage and Concentrate. T4 - animals had free access to the oat + ryegrass pasture and received 25% of animal necessity for maintenance and production of 28Kg of milk per day, as

silage and Concentrate. The experiment was a completely randomized block design, with three replications per treatment. The total experiment period was divided in three for the analysis of animals and milk characteristics. There was no statistical difference among treatments for total milk yield at 4% fat, as well as animal weight and fat concentration and quality, and protein concentration and quality.

Key – Words: Milk, Pasture, Fat, Protein, Integrated Systems.

## INTRODUÇÃO

Na região sul do Brasil, o sistema de integração lavoura-pecuária, utilizando-se principalmente gramíneas e leguminosas anuais, já vem sendo usado há algum tempo, e com bons resultados. Estes sistemas de integração têm potencial para aumentar a produtividade de grãos e de carne/leite, reduzindo os riscos de degradação e promovendo a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Garcia et al., 2004).

Nos últimos anos, as cadeias produtivas têm sofrido alterações significativas, e o setor primário foi um dos mais afetados, principalmente quando se analisa um mercado globalizado e altamente competitivo. Análises têm mostrado uma redução nos preços recebidos pelo setor primário e uma elevação nos preços dos insumos (Gomes, 2002). Este fato tem sido verificado em todos os mercados mundiais, e não é diferente do que esta acontecendo com a bovinocultura de leite no Brasil, onde as margens de lucro estão cada vez mais reduzidas, Oliveira et al (2005).

Com bom manejo de pastagens, obedecendo ao estágio fenológico das plantas, consegue-se alimento de boa qualidade e alta produção de matéria seca por unidade de área (Corsi e Penati, 1998). A primeira condição básica que deve ser reconhecida e respeitada é que só existe produção animal em pastagens se estas forem mantidas estáveis e produtivas (Silva, 2005). Aumento na produção de matéria seca de melhor qualidade por unidade de área reduz o custo do alimento e possibilita a obtenção de

produções mais elevadas de leite (Nussio, 1993). Para Pereira (2004), altas taxas de produção de leite são limitadas não apenas pela baixa digestibilidade do material ingerido, como também pela massa de forragem disponível na pastagem. O pasto deve fornecer determinada quantidade de proteínas, energia e minerais para os animais, a restrição no consumo torna-se um fator limitante no sistema de produção. O rendimento de produto animal individual e por área é determinado pela qualidade e quantidade da forragem consumida. A qualidade da forragem leva em consideração o valor nutritivo e o consumo voluntário (Mott e Moore, 1985).

A qualidade e composição da gordura do leite são influenciadas por vários fatores inter-relacionados, como a quantidade e qualidade da fibra, a relação volumoso:concentrado, o local e a taxa de degradação dos carboidratos não estruturais, principalmente do amido, e características dos suplementos gordurosos (Ashes et al., 1997). Trabalhos realizados na década de 30 já demonstravam o efeito do excesso de concentrados na redução do teor de gordura do leite. A recomendação genérica, bastante simplista, preconizava que o teor de concentrados na matéria seca da dieta não deveria ultrapassar 60%. A partir deste nível, o teor de fibra da dieta é diminuído e, conseqüentemente, o tempo de ruminação, o que acarreta menor produção de saliva e seus tamponantes, redução do pH ruminal (abaixo de 6,0) e da relação acetato/propionato (abaixo de 2,2) a níveis considerados propícios à queda no teor de gordura do leite (González et al., 2001).

Sabe-se que 50% ou mais da proteína metabolizável são compostos pela proteína microbiana, considerada a fonte de maior valor biológico disponível ao ruminante. Dietas que forneçam de 11 a 13% da MS na forma de proteína degradável no rumem, com uma fonte de proteína não-degradável no rúmen (PNDR) de perfil adequado de aminoácidos que complemente o da proteína microbiana, fornecem as condições para maximizar a síntese de proteínas do leite (Chandler, 1989).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar se a pastagem possibilita nutrição adequada às vacas no decorrer do experimento e comparar entre os tratamentos por meio do peso dos animais, comparar a possibilidade de produção de leite corrigida a 4% de gordura suportada pela pastagem entre os tratamentos e determinar se existe diferença entre os teores de gordura e proteína no leite produzido.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado na fazenda do colégio Instituto Cristão, situada no Município de Castro, no primeiro planalto paranaense, na região conhecida como “Campos Gerais do Paraná”, na latitude 24°47’28” S e longitude 50°00’25” W, com altitude de 934m.

O solo da área experimental é uma Associação de CAMBISSOLO HAPLICO, Tb, relevo ondulado com LATOSSOLO BRUNO, relevo suave ondulado, ambos Distróficos típicos, com coloração variando entre vermelho escuro, vermelho-amarelo e amarelo. A textura varia de arenoso até argiloso. O relevo é suave ondulado com elevada fertilidade no perfil estudado (0-20cm), V% acima de 50%, fase campo subtropical (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 3 repetições, os tratamentos testados foram:

T100 – fornecimento no cocho de 100% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T65 – fornecimento no cocho de 65% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada

(silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T45 – fornecimento no cocho de 45% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T20 – fornecimento no cocho de 20% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém.

A formulação da ração foi elaborada pelo programa PC Dairy, com 16% de proteína e 65% de NDT, fornecido de acordo com os tratamentos.

A área total do experimento somava 21,4 ha, dividida em 12 piquetes, com pastagem composta pelo consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), sob o sistema de lotação contínua com carga animal variável, utilizando-se a técnica “put and take”, descrita por Mott e Lucas (1952) com utilização de quatro vacas “testers” por parcela (três da raça Holandesa e uma da raça Jersey) e animais reguladores para tentar manter a pastagem em uma altura pré estabelecida de 20 cm. As vacas utilizadas foram escolhidas conforme equivalência na raça, no peso, estágio de lactação e produção de leite.

As divisões entre os piquetes foram montadas com cerca eletrificada com um fio de arame liso. Os tamanhos dos piquetes variaram de 0,9 a 2,3 ha. Todos os piquetes continham bebedouros. O fornecimento de silagem e concentrado foi em lotes separados conforme os tratamentos utilizados, sendo servidos enquanto aguardavam a ordenha de todos os animais testados. A ordenha foi realizada duas vezes por dia, com duração de 2 horas por ordenha. O recolhimento das vacas para ordenha e o retorno destas para a

pastagem era realizado simultaneamente para todos os tratamentos, a fim de disponibilizar a mesma quantidade de tempo para pastejo dos animais.

A instalação da pastagem foi realizada no primeiro ano do sistema de plantio direto e segundo ano da integração lavoura-pecuária, com a semeadura de aveia e azevém após a colheita da soja entre os dias 18/maio/2004 e 20/maio/2004, com utilização de 60 Kg.ha<sup>-1</sup> de aveia e 40 Kg.ha<sup>-1</sup> de azevém, semeados em linha com espaçamento de 17 cm entre linhas, mais 7,5 Kg.ha<sup>-1</sup> de N, 39 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 37,5 Kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O na base, foi feita adubação de cobertura dia 16/junho/2004 com 110,25 Kg.ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas daninhas foi realizado dia 17/junho/2004, com a utilização de pulverizador costal. Os produtos utilizados para o controle foram:

1. 322,40 g.ha<sup>-1</sup> do Sal Dimetilamina Mapa (Iso), concentração 806 g.L<sup>-1</sup>;
2. 1,56 g.ha<sup>-1</sup> de Metsulfuron Methyl, concentração 600 g.Kg<sup>-1</sup>;
3. 33,38 g.ha<sup>-1</sup> de Óleo Mineral Parafínico, concentração 428 g.L<sup>-1</sup>.

O controle da lagarta do trigo (*Pseudaletia sequax*) foi realizado com a utilização de 400 g.ha<sup>-1</sup> de Triclorfon, concentração 500 g.L<sup>-1</sup>.

A deteminação do peso das vacas foi realizada no início das avaliações, no fim e duas intermediárias, com a utilização de fita de pesagem

As amostras de leite para análise dos componentes relacionados a qualidade do leite (gordura e proteína) foram coletadas quinzenalmente, individualmente em cada vaca, em recipiente próprio contendo conservante e posteriormente enviadas para o PROGRAMA DE ANÁLISE DE REBANHOS LEITEIROS DO PARANÁ (Programa da Associação Paranaense de Criadores Bovinos da Raça Holandesa). A pesagem do leite foi realizada duas vezes por semana, sempre nas segundas e quintas-feiras. Para fim de nivelamento da produção e possibilitar a comparação entre os tratamentos, a produção total foi convertida para o teor de 4,0% de gordura, com a aplicação da formula  $L=(0,4 +$

0,15.x).L<sub>1</sub>, onde L é a correspondente produção de leite com 4,0% de gordura, x o teor de gordura do leite produzido e L<sub>1</sub> a sua produção (Andriguetto et al., 1983).

Para determinação da altura da pastagem foram realizadas 50 medições distribuídas aleatoriamente por piquete realizadas semanalmente, com a utilização de um "Sward Stick", segundo metodologia adaptada de Barthram (1985). Em cada ponto de medição o "Sward Stick" era colocado verticalmente em relação ao solo, baixando-se o visor até que este tocasse em uma folha da pastagem, sendo este valor anotado conforme leitura na graduação métrica do aparelho, objetivando a manutenção da altura pré-estabelecida de 20 cm. A quantificação de massa seca disponível de pastagem por piquete foi realizada a partir da regressão linear entre altura obtida pelo "Sward Stick" e peso de amostras coletadas. Com o auxílio de quadros de ferro de área conhecida, 0,25cm<sup>2</sup> (50x50cm), mediu-se a altura da pastagem em dez pontos na parte interna dos quadrados. Após a determinação da altura fez-se o corte da pastagem rente ao solo, encaminhando-a para secagem em estufa a 65°C até manter peso constante, seguindo-se a pesagem das amostras. Com a altura medida no quadro e massa determinada, foi possível determinar o R<sup>2</sup> e a equação de ajuste da reta. Utilizando-se os valores da altura média da pastagem na equação de ajuste e fazendo as conversões de unidades, o resultado foi a quantidade de massa seca disponível por hectare.

A taxa de acúmulo de massa seca de forragem foi medida quinzenalmente com a utilização da metodologia do triplice emparelhamento, descrita por Moraes et al. (1990), com a utilização de três gaiolas por piquete.

O acúmulo total foi obtido com a soma dos acúmulos de matéria seca de forragem mais a disponibilidade inicial de forragem.

Os dados referentes a proteína bruta, fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN) da forragem foi obtida através de análise bromatológica das amostras, coletadas quinzenalmente aleatoriamente a uma altura de 50% dos perfilhos

estendidos em diversos pontos dos piquetes e enviadas para análise no laboratório da Nutron Alimentos Ltda, Campinas, São Paulo.

Foi utilizado o programa estatístico Statística, versão 5.0. Foi feita análise de variância e aplicado o teste Tukey para comparação de médias, a um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção total de MS até a data de retirada dos animais foi de 6621 Kg.ha<sup>-1</sup> a quantidade inicial de MS disponível era de 2082 Kg.ha<sup>-1</sup>, a quantidade de resíduo da pastagem após a retirada dos animais foi de 1638 Kg.ha<sup>-1</sup> de MS, suficiente para execução de plantio direto da cultura subsequente. A quantidade acumulada e a quantidade de desaparecimento da pastagem estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Acúmulo Total e desaparecimento total de Massa Seca (MS) da pastagem (Kg.ha<sup>-1</sup>) nos três períodos de avaliação.

	1º Período	2º Período	3º Período	TOTAL
Acúmulo de MS (Kg.ha <sup>-1</sup> )	2034,90	1191,12	1312,81	4538,81
Desaparecimento de MS (Kg.ha <sup>-1</sup> )	1896,02	1491,48	1594,81	4982,32

As características nutricionais da pastagem (Proteína Bruta, FDA e FDN), as taxas de acúmulo e de desaparecimento da pastagem e a produção total de forragem não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos estudados dentro dos períodos de avaliação. Observa-se na tabela 2 que no decorrer das avaliações houve um decréscimo na quantidade de proteína bruta da pastagem, enquanto que para os valores de FDA e FDN houve um acréscimo.

Tabela 2 - Evolução da proteína bruta, FDA e FDN da pastagem nos três períodos de avaliação.

	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
Proteína Bruta (%)	23,75	15,15	12,31	17,07
FDA (%)	33,71	38,07	39,17	36,98
FDN (%)	49,93	54,96	63,10	56,00

Van Soest (1994) relacionando consumo com a composição da forrageira, afirma que quando o teor de proteína da forrageira atinge níveis inferiores a 7%, ocorre drástica redução no consumo, ao passo que o consumo é inversamente relacionado ao teor de fibra (FDN), em dietas contendo acima de 60% desta.

Em estádios mais avançados de desenvolvimento da forragem, associado à diminuição nos teores de PB, ocorreu aumento na proporção de proteína associada à FDA, sendo esta fração protéica não digerida pelos microrganismos do rúmen e, portanto, não aproveitada pelo animal. Assim, o desempenho animal estará prejudicado em função do baixo teor de PB na pastagem e dos altos níveis de FDA, o que pode prejudicar o consumo voluntário da forragem (Prado et al, 2003). O percentual de FDN ficou abaixo de 60% nos dois primeiros períodos e próximo a 60% no terceiro, valor citados por Noller et al. (1996) como crítico ao consumo.

A tabela 3 mostra as alturas médias da pastagem e a quantidade de matéria seca (MS) ofertada ao dia por animal.

Tabela 3 - Altura média diária da pastagem (cm) e quantidade de matéria seca ofertada (% do peso vivo) por dia.

Tratamento	1º Período		2º Período		3º Período	
	Altura (cm)	Oferta (%)	Altura (cm)	Oferta (%)	Altura (cm)	Oferta (%)
T20	27,66	10,59	20,86	9,93	17,65	8,08
T45	29,90	11,15	22,74	8,76	18,07	10,00
T65	26,18	7,66	19,03	8,08	17,75	6,20
T100	31,71	5,75	22,64	5,77	21,09	5,86

Observando-se a tabela 3 pode-se perceber que no T100 e T65, apesar de ter uma altura média da pastagem superior aos demais tratamentos e por consequência uma disponibilidade maior de alimento, teve uma oferta menor de MS. Isso ocorreu porque os animais do T100 recebiam toda sua necessidade em alimentação no cocho, assim como os animais do T65 recebiam uma grande quantidade. Como tentou-se manter as alturas de todos os tratamentos homogêneas utilizou-se maior quantidade de animais

reguladores nos tratamentos com maior participação de alimentos conservados na sua alimentação, resultando em uma carga animal maior, reduzindo a oferta sem, contudo, prejudicar a ingestão total de alimentos.

Os resultados das análises de variância realizadas para os três períodos e para a média dos três períodos, mostram que o peso médio das vacas (Tabela 4) manteve-se estável. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos estudados.

Tabela 4 - Peso médio das vacas (Kg) nos três períodos de avaliação e durante todo o experimento.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	491,75	486,50	484,08	487,44a
T45	524,58	485,29	487,75	499,21a
T65	508,67	496,50	498,58	501,25a
T100	477,50	473,96	483,58	478,35a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna ( $P<0,05$ ).

A ausência de diferença entre os tratamentos é justificada pela qualidade e produção de massa seca da pastagem, que quando manejada corretamente possibilita que mesmo os animais do tratamento 20% da sua necessidade para produção e manutenção no cocho não percam peso.

Rodrigues e Godoy (2000) encontraram diferença significativa do ganho de peso em animais sob pastejo restringido de aveia ( $0,53 \text{ Kg.dia}^{-1}$ ) quando comparados com as vacas que consumiram silagem de milho como única fonte de alimento volumoso ( $0,25 \text{ Kg.dia}^{-1}$ ). Estes resultados obtidos pelo autor, assim como os resultados obtidos para esta pesquisa, indicam não haver mobilização das reservas corporais dos animais para a produção de leite. Deresz (2001) também não encontrou diferença significativa no ganho de peso de vacas mestiças HolandêsxZebu manejadas em sistema rotativo com e sem suplementação. Rud et al. (2002) forneceram milho para novilhas em pastagem de azevém anual e não obtiveram resposta de ganho de peso ou de consumo total de matéria seca em relação as não suplementadas.

Na Tabela 5 esta exposta a produção de leite média corrigida a 4% de gordura em cada período experimental, e a média de produção dentro de todo o período desta pesquisa.

Tabela 5 - Produção média de leite (Kg.vaca<sup>-1</sup>) e produção média de leite em cada período de avaliação.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	21,97	21,54	18,53	20,68a
T45	23,21	21,32	18,04	20,86a
T65	23,69	24,17	21,65	23,17a
T100	23,80	23,84	21,55	23,06a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna (P<0,05).

Não houve diferença entre os tratamentos dentro dos períodos com a maior participação de pastagem. Resultados parecidos foram encontrados por Muller e Fales (1998), com produções de até 30 Kg.animal<sup>-1</sup> para vacas com consumo de 66% de matéria seca em pastagem de clima temperado e o restante na forma de concentrado. Contudo, houve uma redução na produção no terceiro período desta avaliação, que pode ser explicado pela variação nos valores nutricionais (Tabela 2). A redução na produção foi mais evidente nos tratamentos com maior participação da pastagem, sendo similar aos encontrados por Cerdótes et al. (2004). Os autores avaliaram a produção de leite de vacas suplementadas ou não com farelo de arroz integral a 0,7% do peso vivo e constataram redução linear na produção de leite, que passou de 4,25 L aos 21 dias, para 2,95 L aos 63 dias. Porém, o declínio da produção foi menor para as vacas suplementadas (23%) que para as não suplementadas (38%). Agulhon et al. (2005) atribuem ao menor GMD nos meses de agosto e setembro quando comparado a julho (0,94 Kg.animal<sup>-1</sup> em julho, 0,53 Kg.animal<sup>-1</sup> em agosto e 0,39 Kg.animal<sup>-1</sup> em setembro) de vacas em pastagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst ex. A. Rich Stapf) no Inverno, em parte, à redução na qualidade da massa de forragem disponível.

Faturi et al. (2003) demonstram que ao substituir grãos de sorgo por grãos de aveia (0%, 33%, 66% e 100% de grãos de aveia) na alimentação de bovinos em fase de terminação, associados a silagem de sorgo ou milho, o consumo de matéria seca foi

regulado fisicamente por meio do consumo de FDN nos tratamentos com maior proporção de aveia (2,39%, 2,34%, 2,31% e 2,23% do peso vivo), esta redução de consumo refletiu no ganho médio diário (1,292 Kg.animal<sup>-1</sup>, 1,251 Kg.animal<sup>-1</sup>, 1,217 Kg.animal<sup>-1</sup> e 1,051 Kg.animal<sup>-1</sup>).

Campos et al (1998) ao trabalharem com novilhas da raça holandesa desde o desaleitamento (55-65 dias de idade) até atingirem peso ideal de cobertura, mostraram que apenas com a utilização de volumosos de excelente qualidade como o azevém anual, ad libitum, sem utilização de suplementação, é possível ganhos de 0,65-0,70 Kg.dia<sup>-1</sup>.

As análises de variância realizadas para os teores de gordura e proteína nos três períodos de avaliação e para os teores médios de gordura e de proteína durante todo o experimento, mostram que não existiu diferença estatística significativa para estas variáveis entre os tratamentos (P>0,05). A tabela 6 apresenta os valores médios dos teores de gordura no leite dos tratamentos nos períodos de avaliação e o teor médio de gordura durante todo o experimento.

Tabela 6 - Teor de gordura do leite (%) nos períodos de avaliação e o teor médio de gordura durante todo o experimento.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	4,24	3,76	3,82	3,94a
T45	4,20	3,48	3,53	3,74a
T65	4,14	3,59	3,61	3,78a
T100	4,10	3,73	3,69	3,84a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna (P<0,05).

Não foi encontrado diferença entre os tratamentos, resultado diferente dos encontrados por Rodrigues e Godoy (2000). Os percentuais médios foram 3,8% e 3,4%, respectivamente para os animais que tiveram três horas por dia de pastejo em aveia, mais 10 Kg de silagem de milho e para os animais que receberam silagem de milho como único volumoso.

A tabela 7 apresenta os valores médios dos teores de proteína no leite dos tratamentos nos períodos de avaliação e o teor médio de proteína durante todo o experimento.

Tabela 7 - Teor de proteína do leite (%) nos períodos de avaliação e o teor médio de proteína durante todo o experimento.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	3,31	3,50	3,37	3,39a
T45	3,29	3,39	3,30	3,33a
T65	3,24	3,32	3,22	3,26a
T100	3,23	3,35	3,29	3,29a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna (P<0,05).

Ribeiro et al (2004), pondera que dietas que aumentam a síntese microbiana, como fonte de amido mais digestível no rúmen, favoreceriam o aumento da concentração de proteína no leite, mesmo não encontrando diferença no teor de proteína no leite ao substituir grãos de milho (71,7% de amido) por grãos de milheto (62,0% de amido) na dieta de vacas holandesas em lactação, resultados compatíveis com os encontrados neste experimento e por Moreira et al. (2001), estes autores também não encontraram diferença nos teores de proteína do leite ao comparar a utilização de feno de alfafa, coastcross e silagem de milho isoladamente ou em conjunto feno de alfafa com silagem de milho e feno de coastcross com silagem de milho, concluindo que os teores de proteína do leite não foram afetados pelas rações experimentais.

As Tabelas 8 e 9 mostram a quantidade de gordura e de proteína produzidas, respectivamente. Pode-se observar que assim como para os teores de gordura e proteína do leite, as quantidades também não tiveram diferença significativa.

Tabela 8 - Quantidade de gordura produzida (Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) nos períodos de avaliação e quantidade média de gordura produzida (Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) durante todo o experimento.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	0,95	0,85	0,72	0,84a
T45	0,91	0,73	0,62	0,75a
T65	0,98	0,83	0,72	0,85a
T100	1,09	1,07	0,94	1,03a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna(P<0,05).

Tabela 9 - Quantidade de proteína produzida (Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) nos períodos de avaliação e quantidade média de proteína produzida (Kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) durante todo o experimento.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	0,74	0,79	0,64	0,72a
T45	0,71	0,71	0,58	0,67a
T65	0,77	0,77	0,64	0,73a
T100	0,86	0,96	0,83	0,89a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna (P<0,05).

Estes resultados são similares aos encontrados por Gama (2004), o autor ao estudar dois níveis de proteína bruta na dieta (16,8% e 19,1%) não encontrou diferença entre os tratamentos para o teor e a quantidade de gordura produzida (2,78% e 2,93%, 0,67 Kg.dia<sup>-1</sup> e 0,76 Kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) e para o teor e quantidade de proteína produzida (2,89% e 2,85%, 0,68 Kg.dia<sup>-1</sup> e 0,73 Kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Este mesmo autor ao comparar o efeito de dois teores de fibra na dieta (FDN - 40,2%, FDA – 22,5% e FDN – 25,3%, FDA – 14,3%) não encontrou diferença entre os dois tratamentos para o teor e quantidade de gordura (2,85% e 2,62%, 0,45 Kg.dia<sup>-1</sup> e 0,44 Kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) e para o teor e quantidade de proteína (3,13% e 3,12%, 0,49 Kg.dia<sup>-1</sup> e 0,53 Kg.dia<sup>-1</sup>, respectivamente).

Carmo (2005) estudou a combinação de polpa cítrica e casca de soja em dietas de vacas leiteiras e não encontrou diferença entre as combinações de ração, os teores de PB, FDN, FDA para ração contendo milho e polpa cítrica foram, respectivamente, 18,26%, 36,23% e 20,49%, e os teores de PB, FDN, FDA para ração contendo milho e casca de soja foram 17,91%, 42,17%, 24,88%. Os teores de gordura e quantidade de gordura produzida para as rações contendo casca de soja e polpa cítrica foram, respectivamente, 3,55% e 3,54%, 0,87 Kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 0,86 Kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. Os teores de proteína e quantidade de proteína produzida para as rações contendo casca de soja e polpa cítrica foram, respectivamente, 3,02% e 3,00%, 0,74 Kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 0,73 Kg.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

- A maior participação da pastagem de aveia/azevém na alimentação das vacas permite a manutenção da produção leiteira.
- Nas condições em que foi conduzido este experimento, não há comprometimento nutricional dos animais pela maior participação de pastagem na dieta.
- A substituição da ração animal a base de silagem de milho e concentrado pela pastagem de aveia/azevém não reduz a produção de leite a 4% de gordura até utilização de 20% de ração, nas condições apresentadas.
- A pastagem de aveia e azevém mantém os teores e as quantidades produzidas de gordura e de proteína do leite nos tratamentos estudados.

## REFERÊNCIAS

- AGULHON, R. A.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; CALIXTO JÚNIOR, M. Fontes Energéticas e Níveis de Suplementação para Vacas em Pastagem de Capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst ex. A. Rich Stapf) no Inverno. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.1, p.151-158, 2005
- ASHES, J. R.; GULATI, S. K.; SCOTT, T. W. Potential to alter milk fat through nutrition. **Journal of Dairy Science** 80(9): 2204-2212, 1997.
- BARTHURAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **Hill Farming Research: Design, Methodology and Analysis**. CSSA, Madison, Wisconsin, p.7-20, 1989.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. Estratégias para obtenção de fêmeas de reposição em rebanhos leiteiros. In: PLANEJAMENTO DA EXPLORAÇÃO LEITEIRA. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.215-256, 1998.
- CARMO, C. De A.; **Grau de moagem, inclusão de subprodutos agroindustriais e aditivo microbiológico em rações para vacas leiteiras**. Piracicaba, 2005. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, 2005.
- CERDÓTES, L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; Produção e composição do leite de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a dois manejos alimentares no período de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.610-622, 2004.
- CHANDLER, P. Achievement of optimum amino acid balance possible. **Feed-stuffs** 61(26): 14., 1989.
- CORSI, M.; PENATI, M. A. Condições técnicas para localização e instalação da exploração leiteira. In PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. **Planejamento da exploração leiteira**. Piracicaba, Fealq, p. 7-55, 1998.

DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças HolandêsxZebu em pastagem de capim Elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(1):197-204, 2001.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; ROSA, J. R. P.; KUSS, F.; MENEZES, L. F. G. de. Grão de Aveia Preta em Substituição ao Grão de Sorgo para Alimentação de Novilhos na Fase de Terminação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.2, p.437-448, 2003.

GAMA, M. A. S. da. **Desempenho, composição do leite e mecanismos envolvidos na depressão da gordura do leite (DGL) de vacas recebendo ácidos linoléicos conjugados (CLA) e óleo de peixe na dieta**. Piracicaba, 2004. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagem). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, 2004.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageira utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 331-352, 2004.

GOMES, S. T. Situação atual e tendência da competitividade de sistemas de produção. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; MARTINS, M. C.; NOGUERIA NETO, V. O. **Agronegócio do leite e políticas públicas para seu desenvolvimento sustentável**. Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, p. 67-81, 2002.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜR, J. W. FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. UFRGS. Porto Alegre, RS. 2001.

MORAES, A. de; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de estimativa de taxa de crescimento em uma pastagem, submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, S.; VALADARES FILHO, S. De C.; CAMPOS, J. M. de S.; SOUZA, V. G.; ZERVOUDAKIS, J. T. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e fenos de alfafa e de capim coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3):1089-1098, (suplemento 1), 2001.

MOOT, G. O.; MOORE, J. E. Evaluating forage production. In: **Forages**. 4. Ed. Ames: Iowa State University, p. 422-429, 1985.

MULLER, L. D.; FALES, S. L. Supplementation of cool season grass pastures for dairy cattle. In: **Grass for Dairy Cattle**, 403 p., 1998.

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr., D.; QUEIROZ, D.S. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.319-352, 1996.

NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para produção de silagem. IN: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (ed.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba. Fealq, p. 75-177, 1993.

OLIVEIRA, S. A. de; FARIA, V. P. de; PENALTI, M. A.; MARTELETO, M. Análise técnico-econômica de sistemas de produção de leite.. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, NV. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 81-102, 2005.

PEREIRA, J. C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 287-330, 2004.

PRADO, I. N. do; MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; WADA, F. Y.; OLIVEIRA, E. de; REGO, F. C. de A. Sistemas para Crescimento e Terminação de Bovinos de Corte a Pasto: Avaliação do Desempenho Animal e Características da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.955-965, 2003.

RIBEIRO, C. V. di M.; PIRES, A. V.; SIMAS, J. M. C. de; SANTOS, F. A. P.; SUSIN, I.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de. Substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1351-1359, 2004.

RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. Efeito do pastejo restringido em aveia sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p. 551-556, 2000.

RUD, B.J.; HANSON, K.C.; TUCKER, W.B. Effect of supplementing corn or hay to beef cattle consuming annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) on performance and nutrient utilization. **Journal of Applied Animal Research**, v.21, p.35-48, 2002.

SILVA, S. C. Da. Manejo do pastejo para obtenção de forragem de qualidade. In SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C. de; FARIA, NV. P. de (eds.). **Visão Técnica e Econômica da Produção leiteira**. 5º Simpósio sobre Bovinocultura Leiteira. FEALQ, Piracicaba, SP. Anais, p. 129-139, 2005.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

**FÓSFORO, POTÁSSIO, MAGNÉSIO E DENSIDADE DO SOLO SOB PASTAGEM  
CONSORCIADA DE AVEIA E AZEVÉM NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Max Sander SOUTO<sup>8</sup> Amadeu BONA FILHO<sup>9</sup> Aníbal de MORAES<sup>10</sup> Paulo César de Faccio CARVALHO<sup>11</sup> João Ricardo DITRICH<sup>12</sup> Taterin NAGEL<sup>13</sup> Fernanda FERRARO<sup>14</sup>

RESUMO – O experimento foi conduzido na fazenda do colégio Instituto Cristão, situada no Município de Castro, no primeiro planalto paranaense, com o objetivo de determinar se a presença de animais na área experimental alterou a densidade do solo e acompanhar a influência dos dejetos animais na variação dos nutrientes fósforo, potássio e magnésio no solo. Utilizou-se uma área experimental de 21,4 ha em uma pastagem consorciada de aveia e azevém com animais recebendo diferentes quantidades de alimentação conservada. Foi observado redução na densidade do solo e nos teores de Fósforo e Magnésio e aumento nos teores de Potássio no pós-pastejo em relação ao pré-pastejo, sem, contudo, haver diferença entre os tratamentos testados.

Palavras-chave: Densidade do Solo, Fósforo, Potássio, Magnésio, Sistemas Integrados

**PHOSFORUS, POTASSIUM, MAGNESIUM AND SOIL DENSITY WITH OATS AND  
RYEGRASS PASTURE IN FARMING-CATTLE RAISING INTEGRATION.**

ABSTRACT - The experiment was conducted at the farm of the Instituto Cristão School, Castro city, first plateau of Paraná state. The objective was to determine if the presence of

---

<sup>8</sup> Engenheiro Agrônomo, Msc.. E.mail: max\_sander@yahoo.com.br

<sup>9</sup> Médico Veterinário, Dr. Prof do Depto. de Zootecnia da UFPR.

<sup>10</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. Prof do Depto. de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR.

<sup>11</sup> Zootecnista, Dr. Prof do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS.

<sup>12</sup> Médico Veterinário, Dr. Prof do Depto. de Zootecnia da UFPR.

<sup>13</sup> Zootecnista, Mestranda em Agronomia do Curso de Pós-Graduação Em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

<sup>14</sup> Acadêmica do curso de Agronomia, UFPR.

animals in the experimental area would modify the soil bulk density, and monitoring the effects of animal excretions on the nutrients, as phosphorus, potassium, and magnesium, on soil. It was used a 21.4 ha experimental area, in a mixed pasture of oat and annual ryegrass, with animals receiving different conserved feed. There were a reduction on soil bulk density and in the phosphorus and magnesium concentration, and there was elevation of potassium concentration after grazing in relation to before grazing, without differences among treatments.

Key-words: Soil bulk density, Phosphorus, Potassium, Magnesium, Integrated Systems.

## INTRODUÇÃO

A produtividade do solo não depende somente da quantidade suficiente de nutrientes, mas também do sistema poroso adequado nas camadas onde se desenvolvem as raízes das plantas. Entretanto, a alteração do sistema poroso, através da compactação, poderá alterar a permeabilidade, a drenagem, a retenção de água, a alteração da concentração de CO<sub>2</sub> na zona radicular, a resistência do solo à penetração de raízes e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Correa e Reichardt, 1995).

A compactação do solo traz como conseqüência 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 difusão térmica ao longo do perfil (Canalli e Roloff, 1995). As características físicas do solo são interdependentes; com isto, a modificação de uma delas normalmente leva à modificação de todas as demais. Por outro lado, a compactação do solo é um conceito complexo, de difícil descrição e mensuração. Está intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que, reconhecidamente, são importantes no desenvolvimento das plantas (Vieira, 1985).

Tanner e Mamaril (1959) verificaram que o tráfego animal causava sérios problemas de compactação nos solos de textura argilosa, diminuindo o espaço poroso e a aeração, aumentando a densidade do solo e ocasionando uma redução na produtividade das pastagens. Vicente-Chandler e Silva (1960), estudaram o efeito do pisoteio em dois Latossolos e verificaram que a compactação resultante não atingiu profundidades superiores a 7,5 cm. Correa e Reichardt (1995) mostram que as maiores alterações da resistência do solo à penetração ocorreram na camada de 0-10 cm, e que houve uma tendência em aumentar essa resistência com o tempo de pastejo em áreas exclusivamente de exploração pecuária, eles concluem que houve um aumento da compactação da camada superficial do solo sob pastagem em função do tempo de pastejo.

De acordo com Werner et al. (2001), o solo não é uma fonte inesgotável de nutrientes, ocorrendo variações na quantidade de cada um dos elementos, de solo para solo, além de existirem nutrientes que se esgotem mais rapidamente do que outros, em virtude da lixiviação, de maior absorção, da remoção para plantas, além de outros fatores, criando a necessidade de equilíbrio entre os vários elementos do solo, para que seja garantido o desenvolvimento normal das plantas.

Uma recomendação para o solo é levar em conta a maximização da reciclagem de nutrientes nas diretrizes de manejo. Visto que o solo é um compartimento aberto, pode-se, por meio da reciclagem de nutrientes, aumentar a eficiência produtiva do sistema, já que o mesmo nutriente pode circular pelo sistema maior número de vezes, criando menor dependência externa e preservando o ecossistema (Nascimento Jr et al., 2003).

Pereira (2004) cita como fonte de nutrientes para o sistema: o material de origem dos solos; o retorno dos resíduos vegetais; a aplicação de fertilizantes e corretivos; suplementos alimentares e água fornecida aos animais, nutrientes da atmosfera provenientes de precipitações pluviométricas, da fixação simbiótica e da fixação não

simbiótica; e a deposição das excreções dos animais em pastejo. Quanto à contribuição das excreções dos animais, fósforo, cálcio e magnésio são excretados principalmente nas fezes, o nitrogênio e o enxofre podem ser excretados em quantidades consideráveis tanto nas fezes quanto na urina, já o potássio, em maior quantidade na urina. Como saídas, destacam-se: a volatilização, desnitrificação, lixiviação, percolação, erosão, fixação pelo solo e produto animal e vegetal.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a alteração que a presença animal causa na densidade do solo e nos teores de fósforo, magnésio e potássio do solo.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado na fazenda do colégio Instituto Cristão, situada no Município de Castro, no primeiro planalto paranaense, na região conhecida como “Campos Gerais do Paraná”, na latitude 24°47’28” S e longitude 50°00’25” W, com altitude de 934m.

O solo da área experimental é uma Associação de CAMBISSOLO HAPLICO, Tb, relevo ondulado com LATOSSOLO BRUNO, relevo suave ondulado, ambos Distróficos típicos, com coloração variando entre vermelho escuro, vermelho-amarelo e amarelo. A textura varia de arenoso até argiloso. O relevo é suave ondulado com elevada fertilidade no perfil estudado (0-20cm), V% acima de 50%, fase campo subtropical (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 3 repetições, os tratamentos testados foram:

T100 – fornecimento no cocho de 100% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T65 – fornecimento no cocho de 65% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T45 – fornecimento no cocho de 45% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém;

T20 – fornecimento no cocho de 20% da necessidade animal para manutenção e produção de 28 Kg de leite por dia, na forma de forragem conservada (silagem de milho) e concentrado, permitindo acesso a pastagem de aveia e azevém.

A formulação da ração foi elaborada pelo programa PC Dairy, com 16% de proteína e 65% de NDT, fornecido de acordo com os tratamentos.

A área total do experimento somava 21,4 ha, dividida em 12 piquetes, com pastagem composta pelo consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), sob o sistema de lotação contínua com carga animal variável, utilizando-se a técnica “put and take”, descrita por Mott e Lucas (1952) com utilização de quatro vacas “testers” por parcela (três da raça Holandesa e uma da raça Jersey) e animais reguladores para tentar manter a pastagem em uma altura pré estabelecida de 20 cm. As vacas utilizadas foram escolhidas conforme equivalência na raça, no peso, estágio de lactação e produção de leite.

As divisões entre os piquetes foram montadas com cerca eletrificada com um fio de arame liso. Os tamanhos dos piquetes variaram de 0,9 a 2,3 ha. Todos os piquetes continham bebedouros. O fornecimento de silagem e concentrado foi em lotes separados conforme os tratamentos utilizados, sendo servidos enquanto aguardavam a ordenha de todos os animais testados. A ordenha foi realizada duas vezes por dia, com duração de 2

horas por ordenha. O recolhimento das vacas para ordenha e o retorno destas para a pastagem era realizado simultaneamente para todos os tratamentos, a fim de disponibilizar a mesma quantidade de tempo para pastejo dos animais.

A instalação da pastagem foi realizada no primeiro ano do sistema de plantio direto e segundo ano da integração lavoura-pecuária, com a semeadura de aveia e azevém após a colheita da soja entre os dias 18/maio/2004 e 20/maio/2004, com utilização de 60 Kg.ha<sup>-1</sup> de aveia e 40 Kg.ha<sup>-1</sup> de azevém, semeados em linha com espaçamento de 17 cm entre linhas, mais 7,5 Kg.ha<sup>-1</sup> de N, 39 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 37,5 Kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O na base, foi feita adubação de cobertura dia 16/junho/2004 com 110,25 Kg.ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas daninhas foi realizado dia 17/junho/2004, com a utilização de pulverizador costal. Os produtos utilizados para o controle foram:

4. 322,40 g.ha<sup>-1</sup> do Sal Dimetilamina Mapa (Iso), concentração 806 g.L<sup>-1</sup>;
5. 1,56 g.ha<sup>-1</sup> de Metsulfuron Methyl, concentração 600 g.Kg<sup>-1</sup>;
6. 33,38 g.ha<sup>-1</sup> de Óleo Mineral Parafínico, concentração 428 g.L<sup>-1</sup>.

O controle da lagarta do trigo (*Pseudaletia sequax*) foi realizado com a utilização de 400 g.ha<sup>-1</sup> de Triclorfon, concentração 500 g.L<sup>-1</sup>.

Os pontos para coleta de solo para análise, tanto de densidade quanto química foram estabelecidos com a utilização de coordenadas georeferenciadas UTM, as coletas foram sempre em relação ao mesmo ponto com uma área de coleta de 80 m<sup>2</sup>, com quatro repetições por piquete. A localização dos pontos foi com a utilização de GPS da marca Garmim, modelo Legend.

A coleta de solo para avaliação de densidade foi realizada com a utilização de cilindros metálicos com 5 cm de profundidade e volume de 25,4 cm<sup>3</sup>. Para se executar a coleta foi retirado os primeiros 2,5 cm de solo, sendo coletado com auxílio de uma sonda à profundidade de 2,5 a 7,5 cm, preservando-se o volume do solo presente no interior dos anéis. As amostras foram embaladas em papel alumínio e fita crepe, sendo

devidamente vedadas e mantidas em condição de serem enviadas para o laboratório da Fundação ABC, na cidade de Castro – PR. As amostragens foram realizadas em duas datas, a primeira antes da entrada das vacas, em 19/julho/2004, e a segunda em 12/abril/2005, antes do plantio da nova pastagem de inverno. Em cada ponto de amostragem foram coletadas duas amostras, sendo o valor utilizado para obtenção de resultados e comparações entre os tratamentos a média entre essas duas amostras.

Na coleta de solo para análise química foi utilizado trado tipo calador, régua graduada em centímetros, estilete e cartuchos plásticos para condicionamento das amostras. As profundidades amostradas foram: 0 – 5 cm; 5 – 10 cm e 10 – 20 cm. As datas de coleta das amostras foram: 27/junho/2003, antes da entrada dos animais e; 22/dezembro/2004, após saída dos animais e plantio da cultura subsequente. Em cada ponto de coleta foram retiradas cinco sub-amostras para formar uma amostra composta representativa, com material suficiente para análise. Após serem condicionadas aos cartuchos plásticos as amostras foram encaminhadas ao laboratório da Fundação ABC, em Castro – PR, para análise de rotina. A metodologia para determinação do P utilizada foi a de resina trocadora de íons.

Foi utilizado o programa estatístico Statística, versão 5.0. Foi feita análise de variância e aplicado o teste Tukey para comparação de médias, a um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 ilustra os valores de densidade do solo em duas datas de amostragem. A primeira coleta foi realizada antes da entrada dos animais na pastagem, com esta já consolidada, contudo após a colheita da cultura anterior (soja). Silva et al (2003), relacionando o tráfego de máquinas agrícolas com as propriedades físicas de um latossolo, relatam a alteração da densidade do por influência da passada do rodado, ocorreu aumento da densidade e redução do volume de macroporos.

Tabela 1 - Densidade do solo ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) em duas datas de amostragem.

	19/julho/2004	12/abril/2005
T20	1,12aA	1,10aA
T45	1,14aA	1,05aA
T65	1,13aA	1,04aA
T100	1,15aA	1,09aA

Médias acompanhadas com a mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Resultados semelhantes foram encontrados por Ball et al (1997) e por Way et al (1995). A segunda coleta foi após a colheita do milho para silagem. Argenton et al. (2005), afirmam que a redução do revolvimento do solo, associado ao uso de plantas de cobertura, pode preservar e até mesmo recuperar a estrutura do solo, mantendo, desta forma, o sistema agrícola mais produtivo.

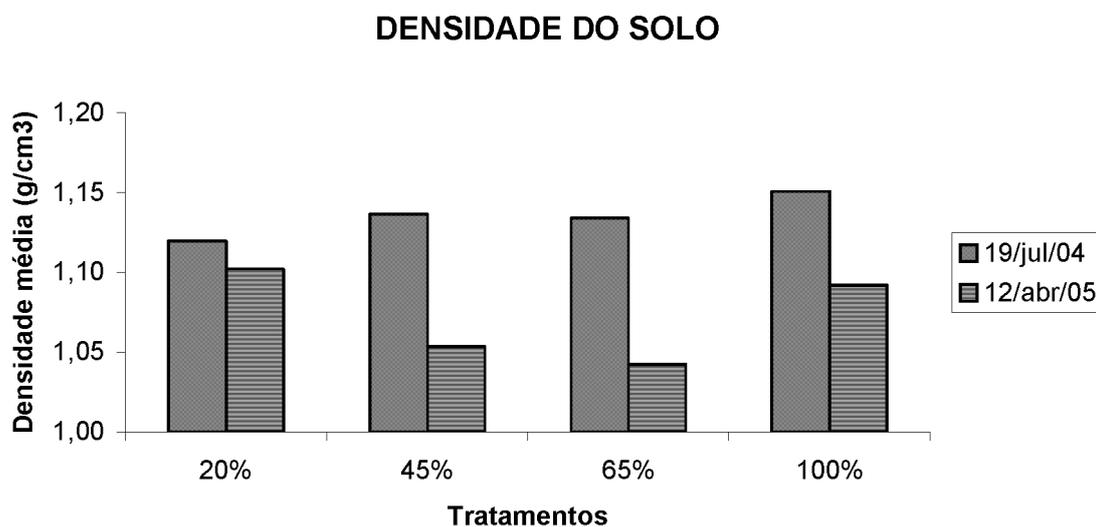


FIGURA 1 – Variação da densidade do solo entre os tratamentos em duas datas de coleta de amostras.

A figura 1 mostra a redução na densidade do solo da primeira amostragem para a segunda. É apontado como uma das causas de compactação do solo o pisoteio dos animais por diversos autores (Vicente-Chandler e Silva (1960), Tanner e Mamaril (1959), Dias (1983), Correa e Reichardt (1995), Lima et al. (2004)), contudo os resultados aqui

apresentados divergem dos mostrados por estes autores, houve redução da densidade do solo sem diferença significativa entre os tratamentos, mesmo com a variação da carga animal (Tabela 2) entre os tratamentos.

Tabela 2 - Carga animal ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) dos quatro tratamentos testados nos três períodos avaliados e média de todo o período experimental.

Tratamento	1º Período	2º Período	3º Período	MÉDIA
T20	1709,66a	1479,17a	1101,72a	1430,19a
T45	2033,89ab	1745,95a	1074,10a	1617,98a
T65	2281,17ab	1634,36a	1412,95a	1776,16a
T100	3664,74 b	2838,51a	1851,45a	2784,90a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem estatisticamente na coluna ( $P < 0,05$ ).

Araújo et al. (2004) ao comparar o efeito na densidade de solos em áreas de mata nativa, áreas recém desbravadas submetidas a queima, cultivadas com pupunha e com pastagens encontrou um valor de densidade maior para as áreas de pastagens ( $1,73 \text{ Kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) quando comparado a mata nativa ( $1,34 \text{ Kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), Muller et al. (2001) encontrou resultados semelhantes ao comparar pastagens produtivas, em declínio de produção, degradadas e recuperadas com mata nativa. O primeiro trabalho justifica este resultado ao pisoteio dos animais, e da maior predisposição a ciclos de umedecimento e secagem em relação à mata nativa. O segundo trabalho atribui o resultado a uma boa cobertura do solo pela mata e pela espessa camada de liteira, bem como do teor elevado de matéria orgânica e do alto grau de agregação das partículas do solo, e ao comparar as pastagens encontrou aumento de densidade apenas na pastagem degradada. Contudo esses dois trabalhos não citam nem a carga animal aplicada ao solo e nem o tempo de ocupação destas pastagens, além de não mencionar como estas pastagens foram manejadas. Spera et al. (2004) não encontrou aumento na densidade do solo ao comparar diferentes sistemas de produção (plantio direto com rotação de culturas, integração lavoura-pecuária, pastagens perenes de estação fria, pastagens perenes de estação quente e alfafa para feno). A carga animal variou entre 15 e 20  $\text{UA} \cdot \text{ha}^{-1}$  em um sistema de pastejo rotacionado com ocupação de 30 horas, três vezes por safra. Os autores deste trabalho

utilizam uma justificativa similar aos apresentados por Araújo et al. (2004) e por Muller et al. (2001), em sistemas de integração lavoura-pecuária, a presença de raízes de gramíneas melhoram a estrutura do solo, amenizando o impacto do pisoteio.

A tabela 3 mostra as os valores dos teores de fósforo no solo no momento de entrada dos animais nos piquetes e no momento da saída. Apesar das análises de variância não mostrarem diferença significativa entre os tratamentos e entre pré e pós pastejo, pode-se observar uma redução nos teores de fósforo em todas as camadas no pós pastejo, contudo os valores dos teores de fósforo em resina, em todas as profundidades, é considerado alto (entre 41 mg.dm<sup>-3</sup> e 80 mg.dm<sup>-3</sup>) ou muito alto (> 80 mg.dm<sup>-3</sup>).

Tabela 3 - Variação dos teores de Fósforo no solo (mg.dm<sup>-3</sup>, em resina) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem.

	0 - 5 cm		5 - 10 cm		10 - 20 cm	
	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo
T20	139,25aA	125,50aA	145,83aA	102,33aA	88,67aA	61,67aA
T45	134,50aA	80,67aA	121,17aA	62,92aA	71,50aA	49,58aA
T65	120,67aA	110,92aA	108,42aA	105,50aA	75,08aA	52,33aA
T100	123,08aA	106,42aA	134,08aA	78,17aA	71,75aA	65,00aA

Médias acompanhadas com a mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente (P<0,05).

Analisando-se a Tabela 3 pode-se perceber que existiu redução dos teores de fósforo nas três profundidades estudadas e em todos os tratamentos aplicados. Estes não eram resultados esperados, Santos et al. (2003) estudaram o efeito na fertilidade do solo da utilização de sistemas de produção mistos observaram aumento nos teores de fósforo. Siqueira (2005), trabalhando na mesma área experimental encontrou aumento nos teores de fósforo no perfil do solo, com exceção à camada de 5 cm a 10 cm, tanto nas áreas pastejadas como em áreas isoladas, sem pastejo, sugerindo eficiência na ciclagem deste nutriente. Lustosa (1998) observou aumento nos teores de fósforo do primeiro para o segundo ano de avaliação tanto nos locais aonde os animais pastejaram quanto em locais de concentração, sugere também que os animais em pastejo são

responsáveis por uma reciclagem mais rápida do fósforo quando comparados com a reciclagem resultante apenas da palhada depositada, observando ainda que o maior aumento dos teores deste nutriente nas áreas de concentração é causado pela maior deposição de fezes nestas áreas uma vez que o fósforo é excretado quase que em sua totalidade pelas fezes.

Uma explicação para esta redução dos teores de fósforo pode ser a própria deposição de fezes nas áreas de concentração animal, enquanto o pastejo se dá de forma uniforme na pastagem, a reposição dos nutrientes se dá de forma irregular, ficando concentrada nos locais onde os animais defecam, principalmente nas áreas de concentração. Braz et al. (2002) observaram que as placas de fezes depositadas após o ato de ruminância, apresentaram um volume superior em uma faixa de 5 metros em todo o perímetro da área experimental àquelas associadas com os animais em pastejo, ou seja, na parte central da área experimental.

Outro fator causador da redução dos teores de fósforo pode ser o clima. Eltz et al. (1989) atribui ao déficit hídrico na superfície do solo a redução da disponibilidade do fósforo para o sistema radicular, restando à planta extraí-lo de profundidades maiores. Lustosa (1998), cita que a redução na umidade e aumento na temperatura nas camadas superficiais pode ter afetado a mineralização do fósforo, principalmente nos tratamentos com maior número de animais e, portanto, com maior número de dejetos. Este autor cita Rowarth et al. (1985), que concluem que a taxa de degradação das fezes e subsequente movimento de fósforo para o solo é altamente dependente das condições climáticas, os atribuem à alta precipitação e atividade biológica a maior rapidez da degradação das fezes.

Nota-se na Tabela 4 um aumento nos teores de potássio no momento da saída dos animais, quando comparados aos valores dos teores na entrada. Eltz et al. (1989) estudando sistemas de preparo do solo (interações entre plantio direto e plantio

convencional) observaram uma concentração maior de Potássio trocável na superfície do solo em todos os tratamentos utilizados.

Tabela 4 - Variação dos teores de Potássio no solo ( $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem.

	0 - 5 cm		5 - 10 cm		10 - 20 cm	
	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo
T20	5,02aA	7,88aB	5,31aA	5,76aA	3,92aA	4,30aA
T45	5,15aA	7,74aA	5,19aA	5,91aA	3,78aA	5,15aB
T65	5,18aA	8,68aB	5,25aA	6,36aA	4,25aA	5,17aA
T100	4,58aA	8,08aB	4,54aA	5,50aA	3,46aA	5,27aA

Médias acompanhadas com a mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Santos et al. (2003), conclui afirmando aumento nos teores de potássio trocável em todos os tratamentos estudados em relação aos teores observados em dois anos, de 1998 a 2000, inclusive em sistemas de produção que utilizaram pastagens. As percentagens de potássio são altas no solo sob pastagem quando comparadas ao solo sob floresta (Correa e Reichardt, 1995). Estes resultados são esperados uma vez que a maior parte do potássio consumido retorna ao sistema através da urina dos animais. Williams et al. (1989), citado por Lustosa (1998), diz que as plantas são capazes de recuperar de 40 a 55 % de potássio, sendo que as maiores perdas ocorrem na camada de 0 a 12cm.

Siqueira Jr. (2005) atribui a rápida ciclagem do potássio pelo uso de gramíneas, principalmente sob pastejo, o aumento dos teores deste no perfil do solo. A interação entre o pastejo dos animais e o sistema radicular das gramíneas possibilita o melhor aproveitamento do potássio, evitando uma perda maior pela lixiviação devido sua grande mobilidade no solo. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Lustosa (1998), o autor encontrou um acúmulo grande de potássio de um ano para o outro de avaliação, cita que nos locais de concentração os teores praticamente dobraram, observando ainda que nestes locais ocorreu um aumento considerável nos teores de

potássio em profundidade, apontando que podem ocorrer grandes perdas por lixiviação em áreas de pastejo.

Na Tabela 5 pode-se observar os teores de Magnésio pré e pós pastejo nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm nos tratamentos aplicados. Houve redução dos teores de magnésio. Esta redução também foi encontrada por Siqueira Jr. (2005), na mesma área experimental, porém no ano anterior. O autor atribui parcialmente ao preparo inicial do solo (no qual foi utilizado o sistema convencional de preparo) esta redução, afirmando que o elemento possa ter reagido com o solo, que possui elevada acidez potencial e altos teores de matéria orgânica, cita ainda que a presença dos animais pode ter influenciado pela maior agregação das partículas do solo e pela adição de dejetos.

Tabela 5 - Variação dos teores de Magnésio no solo ( $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, em duas épocas de amostragem.

	0 - 5 cm		5 - 10 cm		10 - 20 cm	
	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo	Pré Pastejo	Pós Pastejo
T20	28,42aA	20,50aB	31,42aA	21,58aB	26,25aA	19,92aA
T45	34,58aA	19,25aA	36,92aA	20,67aB	29,42aA	20,33aA
T65	33,83aA	25,58aA	36,17aA	27,75aA	33,92aA	26,50aA
T100	32,75aA	22,33aA	34,50aA	22,50aB	31,83aA	22,17aB

Médias acompanhadas com a mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Entretanto, assim como para o fósforo, a principal forma de retorno do magnésio para o sistema é por via das fezes, ficando então a ciclagem deste nutriente afetada pela deposição das fezes nas áreas de concentração e pela ação do clima na decomposição das fezes.

Lustosa (1998) encontrou redução dos teores de Magnésio do primeiro para o segundo ano de avaliação nas camadas sub-superficiais, justificado por uma maior absorção do elemento pelas plantas e redistribuição na camada superior pela palhada e pelos excrementos animais. Explica ainda que essa diminuição pode ser devido ao fato do aumento de cátions e ânions deslocam o magnésio do complexo de troca. A Tabela 4

mostra o aumento dos teores de potássio, que é um dos cátions citados por Lustosa (1998) como responsável pelo deslocamento do magnésio do complexo de troca do solo.

### CONCLUSÕES

- O manejo adequado da pastagem resulta em uma melhoria na densidade do solo nas condições apresentadas nesta avaliação.
- A presença dos animais resulta em redução dos teores de Fósforo e Magnésio e aumento nos teores de Potássio.

### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A.; LANI J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de argissolo amarelo distrófico na Amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 28:307-315, 2004.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, 29:425-435, 2005.

BALL, B. C.; CAMPBELL, D. J.; DOUGLAS, J. T.; HENSHALL, J. K.; O'SULLIVAN, M. F. Soil structural quality. Compaction and land management. **Europ. Soil Sci.**, 48:593-601, 1997.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO Jr., D. do; CANTURATTI, R. B.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. da; BARBOSA, R. A. 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**, v.31, n.2, p.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.19, n. 1, p. 121-126, 1995.

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

DIAS, A. C. P. **Effects of selected land clearing methods on the physical properties of an Oxissol in the Brazilian Amazon**. Berkshire: University of Reading, 187p. 1983.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedade físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 13:259-267, 1989.

EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999.

LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 28:945-951, 2004.

LUSTOSA, S. B. C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto**. Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 1998.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. De F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. Da S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, nov. 2001.

NASCIMENTO Jr., D.; BARBOSA, R. A.; MARCELINO, K. R. A.; GARCEZ NETO, A. F.; DIFANTE, G. S.; LOPES, B. A. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 1-81, 2003.

PEREIRA, J. C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 287-330, 2004.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; SPERA, S. T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 545-552, 2003.

SILVA, R. B.; DIAS JUNIOR, M. S.; SILVA, F. A. M.; E FOLE, S. M. O tráfego de máquinas agrícolas e as propriedades físicas, hídricas e mecânicas de um latossolo dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 27:973-983, 2003.

SIQUEIRA JR., L. A. de. **Alterações de características do solo na implantação de um sistema de integração agricultura-pecuária leiteira**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 28:533-542, 2004.

TANNER, C. B.; MAMARIL, C. P. Pasture soil compactation by animal traffic. **Agronomy Journal, Madison**, v.51, n.6, p. 329-331, 1959.

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, J. Effects of nitrogen fertilization and grass species on soil physical conduction in some tropical pastures. **Jornal of Agricultural**, University Puerto Rico, v.44, p. 77-86, 1960.

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

WAY, T. R.; BAILEY, A. C.; RAPER, R. L.; BURT, E. C. Tire lug height effect on soil stresses and bulk density. **Trans. Am. Soc Agric. Eng.**. 38:669-674. 1985.

WERNER, J. C.; COLOZA, M. T.; MONTEIRO, F. A. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 18, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 129-156, 2001.

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

## Anexo 1

### Tamanho dos piquetes (ha)

Piquete	Área (ha)
1	2,1
2	1,3
3	1,5
4	2,0
5	1,6
6	2,1
7	2,3
8	1,8
9	1,7
10	0,9
11	1,8
12	2,3

Anexo 2 – Coordenadas dos pontos de amostragem de solo.

PIQUETE	PONTO	E: (LESTE)	N: (NORTE)	PIQUETE	PONTO	E: (LESTE)	N: (NORTE)
1	1	596.074	7.259.756	7	1	596.377	7.259.773
	2	596.100	7.259.699		2	596.329	7.259.775
	3	596.066	7.259.671		3	396.278	7.259.767
	4	596.016	7.259.677		4	596.275	7.259.762
2	1	586.048	7.259.766	8	1	596.348	7.259.691
	2	596.018	7.259.729		2	596.299	7.259.666
	3	595.977	7.259.736		3	396.267	7.259.715
	4	595.986	7.259.771		4	596.312	7.259.741
3	1	595.996	7.259.808	9	1	596.391	7.259.834
	2	595.955	7.259.802		2	596.280	7.259.897
	3	595.929	7.259.827		3	396.327	7.259.898
	4	595.939	7.259.860		4	596.408	7.259.889
4	1	596.021	7.259.828	10	1	596.432	7.259.816
	2	595.986	7.259.886		2	596.440	7.259.878
	3	596.023	7.259.903		3	396.498	7.259.882
	4	596.048	7.259.860		4	596.479	7.259.840
5	1	596.061	7.259.793	11	1	596.438	7.259.777
	2	596.057	7.259.829		2	596.533	7.259.818
	3	596.081	7.259.847		3	396.523	7.259.790
	4	596.090	7.259.800		4	596.501	7.259.768
6	1	596.376	7.259.790	12	1	596.427	7.259.753
	2	596.264	7.259.820		2	596.518	7.259.726
	3	596.270	7.259.844		3	396.567	7.259.715
	4	596.295	7.259.859		4	596.611	7.259.656

Anexo 3 – Quadro de análise de variância do peso dos animais no primeiro período.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F	Prob. >F
Tratamento	3	1252,2014	1,9506	0,2229
Bloco	2	489,5625		
Resíduo	6	641,9514		
Total	11	2383,7153		
Coeficiente de variação (%)		7,07		

Anexo 4 – Tabela de análise do solo simplificada no início do projeto.

P resina	M. O.	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Al
$mg.dm^{-3}$	$g.dm^{-3}$	$CaCl_2$	$mmol_c.dm^{-3}$							%	
119,3	48,7	5,3	46,4	0,8	5,4	76,6	36,1	118,1	164,4	70,2	0,6

Anexo 5 – Tabela de análise do solo simplificada no experimento.

P resina	M. O.	pH	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Al
$mg.dm^{-3}$	$g.dm^{-3}$	$CaCl_2$	$mmol_c.dm^{-3}$							%	
129	50	5	53	2	5	74	32	111,0	164,2	68	1

Anexo 6 – Dados brutos da produção total de matéria seca ( $Kg.ha^{-1}$ ).

tratamento	bloco	Produção total
20	1	8325,19
20	2	8085,94
20	3	4901,34
45	1	6582,71
45	2	4891,70
45	3	6742,32
65	1	7024,34
65	2	6805,17
65	3	5829,90
100	1	6237,26
100	2	7183,01
100	3	6845,36

Anexo 7 – Dados brutos da taxa de acúmulo de matéria seca (Kg.ha<sup>-1</sup>).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	3154,20	2471,29	785,03
20	2	2467,96	1388,33	1880,59
20	3	1591,38	653,30	1062,52
45	1	2901,26	243,32	1349,07
45	2	403,79	1847,54	882,37
45	3	2490,71	1112,98	1921,70
65	1	1600,42	1500,77	819,15
65	2	1889,53	1352,63	1551,68
65	3	2425,11	110,92	1318,27
100	1	525,55	2018,86	187,45
100	2	2969,28	470,83	1918,50
100	3	1999,59	1122,56	2077,34

Anexo 8 – Dados brutos da taxa de desaparecimento de matéria seca (Kg.ha<sup>-1</sup>).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	3263,79	126,53	1308,82
20	2	2029,49	2444,90	2084,24
20	3	2116,36	935,40	1296,46
45	1	1115,95	1435,48	525,03
45	2	2072,36	1215,59	1259,04
45	3	1877,80	1230,10	1922,68
65	1	1292,92	1178,49	1609,41
65	2	1940,97	71,41	2495,25
65	3	2525,72	1844,79	1482,12
100	1	746,39	4150,55	643,26
100	2	1791,79	1449,93	2281,75
100	3	1978,67	1814,58	2229,72

Anexo 9 – Dados brutos dos teores de proteína na pastagem (%).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	24,54	15,92	13,06
20	2	23,71	16,68	11,79
20	3	25,67	17,10	17,70
45	1	22,30	15,16	9,81
45	2	24,52	13,72	12,50
45	3	25,03	15,11	12,57
65	1	21,89	15,77	11,00
65	2	22,42	14,31	11,34
65	3	25,15	13,65	12,76
100	1	21,41	14,12	9,92
100	2	23,49	15,24	11,90
100	3	24,87	15,04	13,34

Anexo 10 – Dados brutos dos teores de FDA na pastagem (%).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	32,06	38,40	38,56
20	2	34,32	35,02	38,93
20	3	33,17	37,93	34,35
45	1	35,19	38,21	40,92
45	2	32,82	38,03	38,60
45	3	32,42	38,67	40,64
65	1	35,70	37,74	40,30
65	2	33,96	38,72	39,91
65	3	31,29	40,08	38,58
100	1	34,74	38,39	42,33
100	2	35,19	38,16	38,98
100	3	33,59	37,49	38,00

Anexo 11 – Dados brutos dos teores de FDN na pastagem (%).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	48,74	53,89	62,26
20	2	50,02	52,40	62,39
20	3	49,65	55,56	58,23
45	1	50,27	53,18	64,37
45	2	49,03	57,01	63,70
45	3	48,88	57,15	64,65
65	1	51,13	53,55	63,18
65	2	50,26	52,22	63,02
65	3	49,40	57,86	62,96
100	1	50,82	53,28	66,71
100	2	51,01	57,04	63,31
100	3	50,00	56,42	62,37

Anexo 12 – Dados brutos dos pesos dos animais (Kg).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	483,25	475,75	487,25
20	2	476,25	477,50	469,00
20	3	515,75	506,25	496,00
45	1	535,25	537,13	553,75
45	2	481,25	449,13	450,25
45	3	557,25	469,63	459,25
65	1	511,75	505,88	509,75
65	2	526,50	504,38	522,00
65	3	487,75	479,25	464,00
100	1	471,75	475,63	475,75
100	2	474,50	465,25	488,25
100	3	486,25	481,00	486,75

Anexo 13 – Dados brutos da produção de leite (Kg).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	19,13	18,61	14,68
20	2	22,67	23,96	21,11
20	3	25,29	25,17	21,26
45	1	22,36	22,58	19,02
45	2	17,30	15,65	12,49
45	3	25,43	25,06	20,98
65	1	29,12	28,58	24,39
65	2	23,95	23,10	19,29
65	3	18,67	18,18	15,93
100	1	26,16	29,18	25,53
100	2	29,30	30,66	27,44
100	3	24,71	26,00	22,97

Anexo 14 – Dados brutos da produção de leite corrigida a 4% de Gordura (Kg).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	18,99	18,28	14,49
20	2	22,06	22,25	20,46
20	3	24,86	24,08	20,65
45	1	16,75	14,54	11,31
45	2	24,93	23,31	19,72
45	3	27,97	26,11	23,09
65	1	18,09	17,05	15,10
65	2	24,59	26,60	23,61
65	3	28,40	28,85	26,23
100	1	19,13	20,55	17,62
100	2	23,68	23,96	22,35
100	3	28,58	27,01	24,69

Anexo 15 – Dados brutos dos teores de gordurado leite (%).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	4,25	3,85	3,91
20	2	4,09	3,64	3,76
20	3	4,39	3,79	3,79
45	1	3,94	3,39	3,39
45	2	4,32	3,69	3,58
45	3	4,34	3,35	3,62
65	1	3,95	3,61	3,64
65	2	4,15	3,49	3,49
65	3	4,34	3,66	3,69
100	1	4,51	4,02	3,96
100	2	3,97	3,57	3,64
100	3	3,82	3,59	3,46

Anexo 16 – Dados brutos dos teores de proteína do leite (%).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	3,51	3,68	3,62
20	2	3,03	3,40	3,24
20	3	3,39	3,42	3,25
45	1	3,32	3,45	3,42
45	2	3,35	3,41	3,23
45	3	3,20	3,32	3,25
65	1	3,21	3,34	3,30
65	2	3,28	3,36	3,27
65	3	3,22	3,26	3,09
100	1	3,49	3,62	3,51
100	2	3,15	3,24	3,21
100	3	3,07	3,18	3,15

Anexo 17 – Dados brutos da quantidade de gordura produzida no leite (Kg).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	0,81	0,72	0,57
20	2	0,93	0,87	0,79
20	3	1,11	0,95	0,81
45	1	0,88	0,77	0,65
45	2	0,75	0,58	0,45
45	3	1,10	0,84	0,76
65	1	1,15	1,03	0,89
65	2	0,99	0,81	0,67
65	3	0,81	0,67	0,59
100	1	1,18	1,17	1,01
100	2	1,16	1,10	1,00
100	3	0,94	0,93	0,80

Anexo 18 – Dados brutos da quantidade de proteína produzida no leite (Kg).

tratamento	bloco	19/07-17/08	18/08-16/09	17/09-15/10
20	1	0,67	0,68	0,53
20	2	0,69	0,82	0,68
20	3	0,86	0,86	0,69
45	1	0,74	0,78	0,65
45	2	0,58	0,53	0,40
45	3	0,81	0,83	0,68
65	1	0,94	0,96	0,81
65	2	0,78	0,77	0,63
65	3	0,60	0,59	0,49
100	1	0,91	1,06	0,90
100	2	0,92	0,99	0,88
100	3	0,76	0,83	0,72

Anexo 19 – Dados brutos das variáveis químicas do solo.

tratamento	bloco	profundidade (cm)	Pré-pastejo resina mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )			Pós-pastejo resina mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )		
			P	K	Mg	P	K	Mg
20	1	0 - 5	175,25	4,85	26,25	139,75	8,33	18,25
20	2	0 - 5	158,50	5,00	29,25	139,25	8,40	21,25
20	3	0 - 5	84,00	5,20	29,75	97,50	6,93	22,00
45	1	0 - 5	128,00	4,65	36,50	112,25	8,83	19,25
45	2	0 - 5	108,00	5,93	26,25	75,50	9,38	18,25
45	3	0 - 5	167,50	4,88	41,00	54,25	5,00	20,25
65	1	0 - 5	132,50	4,53	38,50	113,75	9,23	33,75
65	2	0 - 5	137,25	6,73	34,75	116,75	9,53	25,75
65	3	0 - 5	92,25	4,28	28,25	102,25	7,30	17,25
100	1	0 - 5	95,75	4,00	28,75	98,50	7,40	19,50
100	2	0 - 5	141,25	5,35	30,25	121,50	9,28	21,75
100	3	0 - 5	132,25	4,40	39,25	99,25	7,55	25,75
20	1	5 - 10	178,25	4,95	31,25	130,75	6,10	20,00
20	2	5 - 10	154,75	5,35	32,25	123,25	6,00	22,25
20	3	5 - 10	104,50	5,63	30,75	53,00	5,18	22,50
45	1	5 - 10	128,00	5,03	39,50	97,00	6,18	21,25
45	2	5 - 10	99,50	5,75	32,25	66,25	6,65	19,00
45	3	5 - 10	136,00	4,80	39,00	25,50	4,90	21,75
65	1	5 - 10	108,75	4,60	40,25	94,50	7,05	36,50
65	2	5 - 10	142,50	7,50	40,50	131,00	7,58	29,00
65	3	5 - 10	74,00	3,65	27,75	91,00	4,45	17,75
100	1	5 - 10	104,00	3,85	32,50	89,75	4,78	20,75
100	2	5 - 10	169,50	5,70	32,75	99,00	7,10	24,75
100	3	5 - 10	128,75	4,08	38,25	45,75	4,63	22,00
20	1	10 - 20	120,50	3,75	25,00	83,00	4,50	19,25
20	2	10 - 20	85,50	3,90	30,75	75,25	4,60	24,25
20	3	10 - 20	60,00	4,10	23,00	26,75	3,80	16,25
45	1	10 - 20	103,75	4,28	35,75	61,50	5,18	21,25
45	2	10 - 20	41,25	3,80	22,00	34,25	5,65	15,25
45	3	10 - 20	69,50	3,25	30,50	53,00	4,63	24,50
65	1	10 - 20	61,50	3,98	38,00	55,00	5,40	36,00
65	2	10 - 20	109,25	5,95	43,25	66,50	6,30	30,00
65	3	10 - 20	54,50	2,83	20,50	35,50	3,80	13,50
100	1	10 - 20	61,00	2,80	31,25	58,25	3,58	21,75
100	2	10 - 20	99,25	4,88	30,50	50,50	5,93	22,50
100	3	10 - 20	55,00	2,70	33,75	86,25	6,30	22,25

Anexo 20 – Dados brutos dos valores de densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ).

		Pré-pastejo	Pós-pastejo
tratamento	bloco	densidade ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	densidade ( $\text{g.cm}^{-3}$ )
20	1	1,11	1,10
20	2	1,09	1,12
20	3	1,16	1,09
45	1	1,16	0,95
45	2	1,06	1,13
45	3	1,19	1,09
65	1	1,17	0,97
65	2	1,12	1,06
65	3	1,12	1,10
100	1	1,24	1,05
100	2	1,12	1,12
100	3	1,09	1,11

## Anexo 1

### Tamanho dos piquetes (ha)

Piquete	Área (ha)
1	2,1
2	1,3
3	1,5
4	2,0
5	1,6
6	2,1
7	2,3
8	1,8
9	1,7
10	0,9
11	1,8
12	2,3

