

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**CIÊNCIA DO SOLO**

**TESE**

**Efeito da Consorciação da Leguminosa *Desmodium ovalifolium* no Consumo Animal e na Ciclagem de Nutrientes em Pastagens de *Brachiaria humidicola*.**

**Ricardo Martinez Tarré**

**2005**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**EFEITO DA CONSORCIAÇÃO DA LEGUMINOSA *Desmodium ovalifolium* NO CONSUMO ANIMAL E NA CICLAGEM DE NUTRIENTES EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola*.**

**RICARDO MARTINEZ TARRÉ**

*Sob a Orientação do Pesquisador*  
**Robert Michael Boddey**

*e Co-orientação do Professor:*  
**Segundo Urquiaga**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo

Seropédica, RJ  
Março de 2005

583.74  
T192e  
T

Tarré, Ricardo Martinez, 1967-

Efeito da consorciação da leguminosa *Desmodium ovalifolium* no consumo animal e na ciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria humidicola* / Ricardo Martinez Tarré – 2005.

84 f. : il.

Orientador: Robert Michael Boddey.

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo.

Bibliografia: f. 76-84.

1. Leguminosa – Teses. 2. Pastagens – Manejo – Teses. 3. Solos – Manejo – Teses. 4. Ciência do solo – Teses. I. Boddey, Robert Michael, 1948-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**RICARDO MARTINEZ TARRÉ**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

TESE APROVADA EM 11/03/2005

---

Robert Michael Boddey. Ph.D. Embrapa-Agrobiologia

---

Segundo Urquiaga. Dr. Embrapa-Agrobiologia

---

Alexander Silva de Rezende Dr. Embrapa-Agrobiologia

---

José Marques Pereira. Dr. CEPLAC/CEPEC

---

Adelson Paulo Araújo. Dr. UFRRJ

## DEDICATÓRIA

A Deus por ter me propiciado mais um momento de alegria e prazer na minha vida.

A meus pais Rogério Spangenberg Tarré e Marly Martinez Tarré pelo apoio, carinho e incentivo no desenvolvimento de mais uma etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisadores da EMBRAPA Agrobiologia, Robert Michael Boddey, Segundo Urquiaga e Bruno Alves pelos incansáveis ensinamentos.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e a EMBRAPA-Agrobiologia, pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao pesquisador da CEPLAC, Dr. José Marques Pereira por ter cedido à área em estudo.

A pesquisadora da CEPLAC, Dra. Claudia de Paula Rezende (chefe da Estação de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia-ESSUL) pela dedicação, colaboração e empenho na realização deste trabalho.

A todos os funcionários da EMBRAPA Agrobiologia e UFRRJ que de forma direta ou indireta participaram para este trabalho.

Aos colegas laboratoristas da EMBRAPA-Agrobiologia Roberto Grégio (pardal), Altiberto Baeta (berbela), Roberto Andrade (boi), Selmo (gatão) pelas análises realizadas, amizade, descontração e respeito de convívio.

A todos os funcionários da CEPLAC/ESSUL Juracy (cor de rosa), Telma, Graça, João da Hora, Joaquim, Edízio, Zé Carlos, “Paguela”, Dijalma, Juraci, Juvenal (“abre acabeça boi”), Farias, Zé Ferino (Firino), Jeferson, que de forma direta participaram da realização deste estudo.

Ao amigo Mauro Henrique pelo incentivo e momentos de descontração em Porto Seguro após o trabalho semanal.

Ao colega e amigo Robert Macedo pela amizade e auxílio na realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Claudia Tarré e Rogério Tarré pelo incentivo aos meus estudos.

As minhas fieis amigas, companheiras e protetoras de todos os dias Jade (Tem-Tem) e Nina (Nininha).

Aos colegas da Vila dos Prazeres pelo convívio diário.

A todos os colegas da senzala (cafofo) e em especial Elvino Ferreira (bolsista padrão), Diego (queixada), Alex (cabeçinha), Rogerinho (empadinha) e David pelo convívio diário e pelas descontrações.

## **BIOGRAFIA**

RICARDO MARTINEZ TARRÉ nascido a 29 de dezembro de 1967 na cidade do Rio de Janeiro, RJ. Filho de Rogério Spangenberg Tarré e Marly Martinez Tarré. Diplomou-se em Zootecnia em fevereiro de 1994, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq junto à EMBRAPA Agrobiologia, durante o período de agosto de 1994 a fevereiro de 1997, ao participar do projeto “Avaliação do impacto da introdução de leguminosas forrageiras na sustentabilidade de pastagens de gramíneas através de estudos do ciclo de nitrogênio”, Iniciou o curso de Mestrado na UFRRJ em Agronomia- Ciência do Solo em março de 1997 e em março de 2002 ingressou no Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo.

## RESUMO

TARRÉ, Ricardo Martinez. **Efeito da consorciação da leguminosa *Desmodium ovalifolium* no consumo animal e na ciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria humidicola*.** Seropédica: 2005. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

Esse experimento foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia (ESSUL/CEPEC/CEPLAC) obedecendo a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram estabelecidos segundo um fatorial 2 x 3, com 2 pastagens, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt em monocultura e *B. humidicola* consorciada com *Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela, e 3 taxas de lotação, 2, 3 e 4 cabeças por hectare. A estimativa do consumo animal em pastejo foi avaliada em 2 épocas do ano (agosto e novembro de 1995). Utilizaram-se 6 animais bovinos esôfago-fistulados para a retirada das extrusas (dieta consumida) e 36 bovinos foram dosados com 10 g de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por dia, durante 21 dias. A digestibilidade “in vitro” da matéria seca e a abundância natural do <sup>13</sup>C foram analisadas nas extrusas. Paralelamente, foram avaliadas a produtividade das pastagens e a sua composição botânica. O consumo de matéria seca foi afetado negativamente pela presença da leguminosa *D. ovalifolium* nas pastagens de *B. humidicola* devido à sua baixa palatabilidade, porém a proporção da leguminosa na dieta consumida foi bastante significativa, sendo maior nas taxas de lotação mais elevadas onde a seletividade dos animais foi mais restrita, apesar do fato de que na menor taxa de lotação havia uma maior proporção da leguminosa na forragem em oferta. O menor consumo de forragem observado nas pastagens consorciadas, não proporcionou menor desempenho animal, provavelmente devido à maior oferta de proteína oferecida pela leguminosa. As altas taxas de lotação provocaram uma diminuição na proporção de leguminosas na forragem em oferta, entretanto em todas as taxas de lotação a concentração de P na gramínea verde e seca da forragem em oferta e da liteira foi maior nas pastagens consorciadas. A taxa de decomposição da liteira foi muito elevada, cerca de 0,081 e 0,060 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para P e K respectivamente, acarretando uma deposição anual de P pela liteira entre 13,2 e 13,7 kg P ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nas pastagens em monocultura, os aumentos na taxa de lotação de 2 para 3 animais ha<sup>-1</sup> e de 3 para 4 animais ha<sup>-1</sup> causaram decréscimos na reciclagem de P na liteira de respectivamente, 11 e 6%. Provavelmente essas altas taxas de lotação provocam um declínio das pastagens devido à menor adição de P ao sistema solo. A presença da leguminosa nas pastagens provocou um aumento significativo na reciclagem de P pela deposição da liteira variando de 12,5 a 14,3 kg P ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 25,0 a 37,6 kg K ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

**Palavras - chave:** Liteira. Consumo voluntário. Pastagem consorciada.



## ABSTRACT

TARRÉ, Ricardo Martinez. **The effect of consortium with the legume *Desmodium ovalifolium* on animal intake and nutrient cycling in *Brachiaria humidicola* pastures.** 2005. 84p. Thesis (Doctor Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

The experiment was conducted at the Experimental Station of CEPLAC, located in the South of Bahia State (CEPLAC/CEPEC/ESSUL), set as a entirely randomized design with 6 treatments and 3 repetitions. The treatments consisted of 2 pastures, one of grass-only *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, and the other of *B. humidicola* consorted with *Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela, each grazed at 3 different stocking rates of 2, 3 and 4 animals per hectare. Estimates of animal intake under grazing were made at two occasions during the year (August and November of 1995). Six oesophagus-fistulated steers were used for sampling of the consumed forage, and 36 animals were fed with 10 g of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> each day, for 21 days. The “in vitro” digestibility of dry matter, total nitrogen, and natural abundance of <sup>13</sup>C were analyzed in the fistula samples. At the same time, the productivity of the pastures and their botanical composition was measured. The presence of the legume *D. ovalifolium* in the pastures of *B. humidicola* increased the protein content of the forage ingested by the animals by 64%. The dry matter intake was affected negatively by the presence of the legume due to its low palatability, however the proportion of the legume in the diet was quite significant (27 to 62%), being highest in the higher stocking rates due to the more restricted selectivity of the grazing animals. At the lower stocking rate there was a larger proportion of the legume in forage on offer. The total protein intake by the animals was higher in mixed pastures, but that didn't provide a better animal performance due to low digestibility of the legume. The rate of decomposition was very rapid ( $k \sim -0.081$  and  $0.060 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) P and K, and annual rates of P turnover through the litter pathway were between 13.7 and 13.2 kg P ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In the grass-only pastures, as stocking rate increased from 2 to 3 head ha<sup>-1</sup>, P recycled in the litter decreased by 11%, but a further increase to 4 head ha<sup>-1</sup> decreased P recycling by 6%, suggesting that beyond a certain critical level higher grazing stocking rates would lead to pasture decline if there was no N addition. High stocking rates decreased proportion of the legume in the sward, but at all rates the concentration of P in both the green and dead grass, in the forage on offer and in the litter, was higher in the mixed sward. The presence of legume in the litter resulted in increases in P and K recycled via litter deposition varying from 12.5 to 14.3 kg P ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 25.0 to 37.6 kg K ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

**Key words:** Litter. Voluntary intake. Mixed pasture.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>1</b>
2.1. Pastagens no Brasil .....	2
2.2. Ciclagem de Nutrientes em Pastagens .....	2
2.3. Ciclagem de Fósforo .....	3
2.4. Ciclagem de Potássio .....	5
2.5. Ciclagem Via Deposição de Liteira .....	5
2.6. Decomposição da Liteira .....	6
2.7. Qualidade da Liteira .....	7
2.8. O Ambiente na de Composição .....	7
2.9. Técnicas de Avaliação da Decomposição .....	8
2.10. Consumo Animal .....	8
2.11. Técnicas para Estimativa do Consumo Animal .....	9
2.12. Coleta Total de Fezes .....	9
2.13. Uso de indicadores .....	10
2.14. Animais Esôfago-Fistulados .....	11
2.15. O uso do Isótopo Natural de <sup>13</sup> C .....	12
2.16. Desempenho Animal .....	12
<b>3. CAPÍTULO I - EFEITO DA CONSORCIAÇÃO COM <i>Desmodium ovalifolium</i> E DA TAXA DE LOTAÇÃO NO CONSUMO DE FORRAGEM E NO DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGENS DE <i>Brachiaria humidicola</i> NO EXTREMO SUL DA BAHIA. ....</b>	<b>14</b>
3.1. RESUMO .....	15
3.2. ABSTRACT .....	16
3.3. INTRODUÇÃO .....	17
3.4. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.4.1. Área Experimental .....	18
3.4.2. Formação das Pastagens .....	19
3.4.3. Delineamento e Histórico da Área Experimental .....	20
3.4.4. Coleta de Material .....	21
3.4.5. Técnica do Uso de Indicador Externo – Produção Fecal .....	21
3.4.6. Animais Esôfago-Fistulados (Coleta Extrusas) .....	22
3.4.7. Análises Realizadas .....	22
3.4.8. Cálculos Realizados .....	23
3.4.9. Extrusa .....	23
3.4.10. Análises Estatísticas .....	24
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
3.5.1. Desempenho Animal .....	25
3.5.2. Consumo Animal .....	29
3.5.3. Proporção de Gramínea e Leguminosa na Dieta pela Técnica de Abundância Natural de <sup>13</sup> C .....	31
3.6. CONCLUSÕES .....	33

**4. CAPÍTULO II - EFEITO DA INTENSIDADE DE PASTEJO E DA LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Desmodium ovalifolium* NA DINÂMICA DO FÓSFORO EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola* NO SUL DA BAHIA .. 34**

4.1.	RESUMO .....	35
4.2.	ABSTRACT .....	36
4.3.	INTRODUÇÃO.....	37
4.4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.4.1.	Área e Delineamento Experimental.....	38
4.4.2.	Coleta de Material .....	38
4.4.3.	Análises .....	39
4.4.4.	Cálculos Realizados.....	39
4.4.5.	Balço de Fósforo .....	41
4.4.6.	Análise Estatística .....	41
4.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.5.1.	Forragem em Oferta.....	43
4.5.2.	Liteira .....	45
4.5.3.	Fósforo na Liteira .....	46
4.5.4.	Reciclagem de Fósforo pela Liteira.....	47
4.5.5.	Balço de Fósforo nas Pastagens.....	53
4.6.	CONCLUSÕES .....	58

**5. CAPÍTULO III - EFEITO DA INTENSIDADE DE PASTEJO E DA LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Desmodium ovalifolium* NA DINÂMICA DO POTÁSSIO EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola* NO SUL DA BAHIA.. 59**

5.1.	RESUMO .....	60
5.2.	ABSTRACT .....	61
5.3.	INTRODUÇÃO.....	62
5.4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	63
5.4.1.	Área e Delineamento Experimental.....	63
5.4.2.	Coleta de Material .....	63
5.4.3.	Análises .....	63
5.4.4.	Cálculos .....	63
5.4.5.	Análise Estatística .....	64
5.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	65
5.5.1.	Forragem em Oferta.....	65
5.5.2.	Potássio na Liteira .....	65
5.5.3.	Reciclagem de Potássio pela Liteira.....	66
5.5.4.	Balço de Potássio em Pastagens .....	70
5.6.	CONCLUSÕES .....	74

**6. CONCLUSÕES GERAIS .....** 75

**7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....** 76

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nas pastagens em monocultura ou consorciadas, os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas e animais circulam pelo solo, planta, animal e pelos resíduos de origem vegetal e animal (Spain & Salinas, 1985) formando um complexo sistema solo-planta-animal, que por sua vez está sempre em constantes modificações devido às atividades impostas pelo homem e pelo manejo adotado aos animais em pastejo (Haynes & Williams, 1993). Nesses sistemas de pastagens, grande parte dos nutrientes necessários à produção é proveniente da forragem em oferta, sendo o restante devido à ingestão de água, sal mineral, terra, pêlos, etc., pelos animais. Esses macros e micronutrientes sofrem uma ciclagem dentro do ecossistema da pastagem e sua disponibilidade no ciclo influencia a produtividade vegetal e conseqüentemente o desempenho dos animais (Monteiro & Werner, 1997). Esses nutrientes permanecem no sistema solo-planta-animal e são ciclados ou perdidos pelos vários caminhos que compõem este sistema.

Em sistemas de pastagens o principal fator que controla a produção animal em pastejo é o consumo diário das forragens, esse consumo é a variável de mais difícil estimativa, pois os animais estão livres nas pastagens impossibilitando a fácil quantificação do seu consumo. O método da indigestibilidade que se baseia na mensuração da produção fecal é o mais tradicional para avaliar o consumo de forragem pelos animais em pastejo, dentre as técnicas disponíveis a coleta total de fezes é uma técnica difícil de ser utilizada em função da livre movimentação dos animais durante o pastejo, desta forma o uso de indicadores externos ou internos, é a melhor opção, sendo necessário que a digestibilidade seja estimada por meio da técnica de digestão “in vitro” da matéria seca de amostras (extrusas) provenientes de animais esôfago-fistulados com livre acesso as pastagens, desta forma é possível se calcular o consumo animal.

A busca na elucidação de alguns pontos de entrave para a sustentabilidade desses sistemas, levou o presente trabalho a estudar numa pastagem de *Brachiaria humidicola* em monocultura, a introdução da leguminosa forrageira *Desmodium ovalifolium*, sob 3 diferentes taxas de lotação animal (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) numa região pertencente ao bioma de Mata Atlântica, no extremo sul da Bahia, Brasil. No capítulo I foi quantificado o desempenho animal ao longo de um período de 9 anos, bem como o consumo de matéria seca de forragem pelos bovinos em pastejo, bem como o estudo isotópico do delta <sup>13</sup>C, para quantificação do consumo da leguminosa *Desmodium ovalifolium* nas pastagens consorciadas. Nos capítulos II e III o presente estudo quantificou o balanço de fósforo e potássio e sua reciclagem através dos resíduos vegetais (liteira ou serapilheira), bem como seu consumo por bovinos em pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com *D. ovalifolium* sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>), durante os meses de janeiro a dezembro de 1995.

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar o desempenho animal, o consumo de matéria seca por bovinos sob pastejo e a ciclagem dos nutrientes fósforo e potássio no sistema solo-planta-animal em função da introdução da leguminosa forrageira *Desmodium ovalifolium* em pastagens de *Brachiaria Humidicola*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Pastagens no Brasil

No Brasil a maior parte dos 185 milhões de hectares (Mha) de pastagens nativas e cultivadas são predominantemente formada por gramíneas (FAO, 2002). Das gramíneas cultivadas, o gênero *Brachiaria* spp, ocupa aproximadamente 90 milhões de hectares (Macedo, 2002; Boddey et al., 2003), e atualmente é o principal gênero botânico para alimentação de rebanhos bovinos a pasto (Valle et al., 2000), seguido dos gêneros *Panicum*, *Andropogon* e *Hypahrrenia*.

O rebanho bovino brasileiro está estimado em cerca de 167 milhões de cabeças (Anualpec, 2004), com projeção de 220 milhões de cabeças para o ano de 2010 (Meirelles, 1996). Hoje o Brasil é detentor do maior rebanho comercial do planeta, e se firmou no mercado internacional como o principal país exportador de carne bovina, superando, em volume, os Estados Unidos e Austrália.

Apenas a Índia com 332,9 milhões de cabeças supera o rebanho brasileiro, mas por questões religiosas a maior parte deste rebanho não é comercial. Em seguida encontra-se a China (135,2 milhões de cabeças), os EUA (95,1 milhões de cabeças), a Argentina (51,0 milhões de cabeças) e a Austrália (27,3 milhões de cabeças) (Anualpec, 2004).

No Brasil os animais são criados em regime de manejo extensivo, onde essas pastagens geralmente suportam apenas de 0,7 a 1,2 unidades animal (UA) por hectare, e apresenta baixa produtividade, em torno de 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de peso vivo. Contudo, fazendo-se a melhoria da fertilidade desses solos sob pastagens, o desempenho animal pode atingir 700 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de peso vivo (Valle et al., 2000).

Normalmente a falta de informação do pecuarista faz com que ele adote práticas de manejo ineficientes e degradantes das pastagens, o que resulta em baixos ganhos de peso vivo por animal e por área. Essa queda de rendimento das pastagens é considerada o principal entrave para uma maior produtividade da pecuária de corte brasileira na atualidade.

### 2.2. Ciclagem de Nutrientes em Pastagens

Qualquer que seja o sistema agrícola, ele só será sustentável se as quantidades de nutrientes exportados ou perdidos no sistema forem inferiores aos valores reciclados e ou adicionados ao sistema. Os nutrientes minerais apresentam várias funções que são essenciais ao crescimento normal de plantas forrageiras e animais. Em sistemas de pastagens, grande parte dos nutrientes necessários pelos animais para produção é proveniente da forragem que constitui o pasto em oferta, sendo o restante suprido pela ingestão de água, sal mineral, terra.

Esses macros e micronutrientes sofrem uma ciclagem dentro do ecossistema da pastagem, e sua disponibilidade no ciclo influencia a produtividade vegetal e conseqüentemente o desempenho dos animais (Monteiro & Werner, 1997). Esses nutrientes permanecem no sistema solo-planta-animal e são ciclados ou perdidos por vários caminhos que compõem este sistema. Os nutrientes que são perdidos ou exportados de um compartimento continuam a circular dentro do sistema global e podem até mesmo retornar para o sistema de onde ele foi perdido.

As pastagens são complexos ecossistemas constantemente modificados pelas atividades do homem e a sua utilização pelos animais (Haynes & Williams, 1993), onde simultâneas interações ocorrem entre os compartimentos que integram o sistema. O animal, além de converter continuamente a energia solar capturada via fotossíntese pelas plantas forrageiras, transformando-a em proteína animal, exerce grande influência na distribuição e

ciclagem dos nutrientes, pois é uma carga circulante sobre o sistema, retornando de 60 a 90% dos nutrientes consumidos na forma de fezes e urina (Wilkinson & Lowrey, 1973), sendo distribuída de maneira desuniforme no sistema solo (Monteiro & Werner, 1997; Cantarutti et al., 2001). À medida que o sistema de produção se intensifica, a participação das excreções na ciclagem dos nutrientes torna-se mais expressiva (Cantarutti et al., 2001).

O estudo da ciclagem de nutrientes em pastagens temperadas concentrou-se basicamente sobre uma só espécie, *Lolium* spp. (azevém). Nesses estudos de ciclagem de nutrientes em pastagens de azevém e outras espécies de clima temperado raramente mencionam a reciclagem via deposição de resíduos vegetais (liteira), uma vez que nessas regiões esse tipo de contribuição é de pouca significância devido ao elevado consumo de forragem pelos animais em pastejo, que frequentemente excede a 70% da produtividade primária da parte aérea disponível (Thomas & Asakawa, 1993; Haynes & Williams, 1993) e por isso a maior parte dos nutrientes presentes na forragem são reciclados via excretas animais, na forma de fezes e urina.

Diferentemente da ciclagem de nutrientes em regiões temperadas, nas regiões tropicais do Brasil, onde os sistemas de manejo são predominantemente extensivos, há uma reciclagem de nutrientes mais efetiva através da deposição de liteira sobre a superfície do solo (Thomas, 1992; Boddey et al., 1995; Rezende et al., 1999; Cantarutti et al., 2002; Boddey et al., 2004) em comparação com a reciclagem via fezes e urina.

Portanto em pastagens tropicais bem manejadas, sem excessivas pressões de pastejo, os nutrientes são reciclados principalmente via produção de liteira das forrageiras não consumidas (Thomas & Asakawa 1993). Desta forma, através do manejo das pastagens (altura de corte, frequência de corte, pousio, etc.) é possível alterar a quantidade e a qualidade da liteira que é produzida e decomposta, alterando assim a produtividade e longevidade das pastagens.

O retorno de nutrientes às pastagens através dos resíduos vegetais, torna-se fundamental para a manutenção produtiva das mesmas, conservando os recursos naturais e diminuindo o uso de fertilizantes químicos. Segundo Boddey et al. (2004), um sistema extensivo de produção em pastagens de braquiárias bem manejada, que cicla pelo menos 50% dos nutrientes através da deposição e decomposição da liteira e onde as perdas no sistema são mínimas, pode-se manter a produtividade por muitos anos apenas com uma adubação de manutenção anual com fósforo e potássio.

Desta forma, os estudos da ciclagem de nutrientes nos sistemas de pastagem são de grande eficiência para avaliar a sustentabilidade da produção vegetal e animal ao longo do tempo.

### **2.3. Ciclagem de Fósforo**

O fósforo (P) é relativamente imóvel no solo e não apresenta formas gasosas. A ciclagem do fósforo está relacionada com sua estabilidade (baixa solubilidade) e sua baixa mobilidade nos solos (Brady, 1974).

A remoção de fósforo pelo corte e ou pastejo constitui a principal fonte de remoção do sistema, contudo em pastagens bem manejadas seu retorno através dos resíduos orgânicos e excreções animais resultam num ciclo relativamente fechado. Devido ao alto grau de intemperismo, os Latossolos e Argissolos brasileiros apresentam níveis extremamente baixos de fósforo disponível. Com isso um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nesses solos se deve aos níveis extremamente baixos de fósforo disponível. Mesmo assim, pastagens produtivas de gramíneas em monocultura são encontradas nestes solos (Guerra et al., 1995).

Além da pouca disponibilidade de fósforo, os solos brasileiros apresentam uma alta capacidade de fixação dos íons  $\text{HPO}_4^{-2}$  que são liberados pela mineralização do fósforo

orgânico ou pelos fertilizantes fosfatados, ficando pouco disponíveis ou indisponíveis para as plantas, em consequência ao baixo conteúdo de cálcio, elevada acidez e teores de óxidos de ferro e alumínio (Lobato, 1986). Cerca de 60 a 80% do fósforo disponível nos solos tropicais encontra-se sob a forma orgânica (Brady, 1989; Guerra et al. 1996).

A reciclagem de fósforo no sistema solo/planta/animal é extremamente dependente do retorno de resíduos vegetais ao solo (liteira) e das excretas dos animais principalmente na forma de fezes, que contém 99% do total de fósforo excretado, encontrando somente traços de fósforo na urina (Moraes & Lustosa, 1997). A quantidade de fósforo retornado ao pasto está na ordem de 80% (Salter & Schollenberger, 1939 citados por Spain & Salinas, 1985) sendo dependente principalmente da qualidade de fósforo contido na dieta, variando de acordo com a categoria animal.

O fósforo é essencial em muitos processos metabólicos dos organismos vivos (Marschner, 1995). A disponibilidade de fósforo é determinada pela competição entre a demanda biológica para nutrição da biomassa e as reações que envolvem a química de superfície, principalmente a adsorção com óxidos em solos tropicais altamente intemperizados (Gressel & McColl. 1997). Todavia, as plantas possuem mecanismos para aumentar a eficiência de uso do fósforo, nos quais a translocação de tecidos velhos senescentes para os tecidos jovens pode chegar a 70%, o que conseqüentemente resulta na produção de liteira com baixos teores de fósforo (Attiwill, 1980). Em vários experimentos realizados no campo para avaliar a decomposição de liteira, foram observadas altas imobilizações para o elemento fósforo, ou seja, aumento da sua concentração em relação ao conteúdo inicial dos "litter bags" (Schunke, 1998; Ferreira et al., 1997).

No Brasil a adubação fosfatada é uma prática economicamente viável em pastagens, devido ao seu baixo custo e ao fato do fósforo não apresentar perdas significativas no sistema solo-planta, pois é um nutriente que não apresenta formas gasosas e nem é facilmente perdido por lixiviação, devido à sua baixa mobilidade no solo (Stevenson, 1986; Friesen et al., 1997; Goedert et al., 1985; Malavolta, 1985), além de apresentar ainda um grande efeito residual (Shaw et al., 1996).

Segundo Pereira (1991), num solo de tabuleiro no sul da Bahia, a aplicação de 22 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P em pastagens, na forma de superfosfato simples, é suficiente para se manter a produtividade das pastagens, sem que os níveis de fósforo no solo aumentassem durante 4 anos de pastejo intensivo. Resultados obtidos por Oliveira et al. (2004), estudando a recuperação de 3 pastagens degradadas de braquiária na região do Cerrado, mostraram que houve uma recuperação no vigor da braquiária com a aplicação de nitrogênio associado ao fósforo, sendo que a aplicação de qualquer outra combinação de nutrientes não registrou respostas significativas no desenvolvimento da pastagem.

Na Região da Amazônia, Couto et al. (1995), aplicando 44 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dobraram a produção de *B. brizantha* em um Latossolo de textura média, produzindo até 39 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca da gramínea. Respostas à adubação fosfatada em latossolo argiloso na Amazônia também foram observadas em *P. maximum* (Dias-Filho, 1995). Segundo Werner (1997), aplicações de adubos fosfatados na dose de até 45 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> são suficientes para as braquiárias na região de Cerrado, pois elas são eficientes na utilização do fósforo disponível, sendo a espécie *B. humidicola* a menos exigente.

Trabalhos realizados em pastagens de *B. humidicola* na Região Amazônica constataram que a quantidade de fósforo exportada em produto animal por bovinos de corte sob pastejo, suplementados com sal mineral no cocho à vontade, representou apenas 31% do somatório dos nutrientes consumidos na gramínea e no sal mineral. Para uma produtividade animal de 256 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de peso vivo, de um total de 5,93 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de fósforo consumido, aproximadamente 61% foi do sal mineral e apenas 39% foi oriundo da gramínea;

1,87 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foram estocados no animal na forma de carcaça e 4,06 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> retornaram ao solo (Embrapa, 2003).

## 2.4. Ciclagem de Potássio

Dentre os três macronutrientes primários essenciais requeridos pelas plantas superiores, o potássio ocupa o segundo lugar em nível de exigência total, logo abaixo do nitrogênio, sendo muito importante na regulação da abertura estomática dos vegetais (Malavolta, 1985). Em sistemas de pastagem a deficiência de potássio pode causar uma menor longevidade das mesmas devido ao estresse hídrico a que as plantas são submetidas no período seco na região tropical do Brasil.

Apesar da maioria dos solos conter milhares de quilos de potássio, apenas uma pequena porcentagem (menos de 2%), encontra-se disponível para as plantas (Lopes, 1998). Enquanto que as formas não disponíveis são constituídas pelos minerais do solo que contêm potássio e os sais insolúveis que formaram complexos com ferro e alumínio (Brady, 1989).

Em pastagens exclusivas de gramíneas, de maneira geral, não há muitos problemas de deficiência de potássio, porque ele é bastante reciclado no sistema, apesar de seus teores no solo serem originalmente baixos; sendo assim torna-se desnecessária a devida correção. Já nas pastagens consorciadas, devido ao papel decisivo que o adequado suprimento de potássio exerce na fixação biológica de nitrogênio e na permanência da leguminosa na consorciação (Werner, 1986) torna-se necessária a sua aplicação a fim de manter o sistema de consórcio sustentável (Pereira, 1991).

Nos sistemas de pastagens o potássio é reciclado no sistema de duas formas: pelos resíduos vegetais e excretas dos animais em pastejo. Os bovinos excretam a maior parte do potássio na forma de urina, entre 70 a 90%, e somente 10 a 30% é excretado pelas fezes (Moraes & Lustosa, 1997). O conteúdo de potássio na urina varia muito de acordo com a dieta a que o animal está sendo submetido (Williams et al., 1989). O potássio na urina e nas fezes está na forma iônica e está prontamente disponível para as plantas. O potássio é o cátion lixiviado com maior intensidade nos solos. Após a micção o potássio entra rapidamente em equilíbrio com os cátions do solo (Williams et al., 1989). Os teores de potássio nos dejetos animais estão em torno de 11,5 g l<sup>-1</sup> para urina e 2,2 g kg<sup>-1</sup> MS nas fezes.

Lascano & Euclides (1996), conduzindo experimento com pastagens na Colômbia, mostraram que com a adubação de manutenção de 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 25 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em pastagens de *Brachiaria* bem manejadas, manteve a sua sustentabilidade por 17 anos consecutivos. Segundo Pereira (1991), a aplicação no solo sob pastagens de 25 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K na forma de cloreto de potássio foi suficiente para manter a produtividade das pastagens, de 4 anos e 9 anos sob pastejo (Tarré, 2000).

## 2.5. Ciclagem Via Deposição de Liteira

Em sistemas agrícolas são vários os fatores que afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a liteira. Entre eles destacam-se: o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas (Correia & Andrade, 1999), para as pastagens acrescenta-se a intensidade de pastejo dos animais sobre a pastagem (Rezende et al., 1999; Boddey et al., 2004).

Das variáveis climáticas, a precipitação e a temperatura são as que exercem maior influência. Regiões que apresentam alto índice pluviométrico produzem, em geral, maior quantidade de materiais orgânicos que irão formar a liteira, do que aquelas com baixo índice pluviométrico (Gonzales & Gallardo, 1982). Além da precipitação total, a distribuição das chuvas ao longo do ano também influencia a taxa de deposição, verificando-se com frequência, uma maior taxa de deposição no período seco do ano, quando as chuvas são escassas (Peres et al., 1983; Ferreira et al., 1997; Rezende et al., 1999). As intempéries



atípicas do clima de uma determinada região, como estiagens prolongadas, veranicos, tempestades, vendavais, entre outras, também podem alterar o aporte de liteira depositada em um determinado período.

Na ingestão da forragem, o animal desfolha a planta causando um distúrbio no seu desenvolvimento, podendo ser mais ou menos danoso de acordo com a intensidade do pastejo. Segundo Boddey et al. (1996), quanto maior a intensidade de pastejo, menor é a ciclagem de nutrientes através dos resíduos vegetais das plantas forrageiras (raízes e liteira), sendo assim será maior a possibilidade de degradação da pastagem, principalmente quando manejada em sistemas extensivos de produção, onde não há reposição de nutrientes via fertilização mineral.

## **2.6. Decomposição da Liteira**

A liteira é de fundamental importância no aporte de matéria orgânica cujo papel é crucial no manejo dos solos tropicais. Em curto prazo, a liteira tem sua função diretamente ligada à liberação de nutrientes, em longo prazo contribui para a formação da matéria orgânica estável do solo. O conhecimento da qualidade da liteira como o fator regulador do processo de decomposição e as relações envolvidas com a cobertura vegetal são fundamentais em estratégias de manejo que busquem a sustentabilidade do sistema (Correia & Andrade, 1999).

Entender os mecanismos envolvidos na regulação da decomposição dos resíduos vegetais pode ser um caminho para melhorar e aumentar a produtividade das pastagens. Estimar as taxas de saídas, a velocidade de decomposição e o tempo de permanência no solo, ou seja, a meia vida do material, é de extrema importância, pois é onde o fluxo de energia é regulado, havendo liberação de nutrientes que retornam às plantas via reciclagem.

Fatores bióticos e abióticos influenciam a decomposição da liteira: o relevo, especificamente a declividade, por proporcionar em maior ou menor grau a remoção de materiais da superfície do solo (Costa, 1998); a riqueza de espécies que compõem a cobertura vegetal que geralmente favorecem uma maior decomposição da liteira (Hector, et al., 2000); somado a esses fatores, em pastagens, há os impactos antrópicos que afetam a camada de liteira de várias maneiras, como o corte mecânico da forragem, o tipo e o tempo de pastejo, o tipo de animal em pastejo, e de forma mais drástica as queimadas, que são comuns em manejos de pastagens extensivas.

Os resíduos vegetais, formados pela deposição da liteira e pela renovação dos tecidos das raízes, são decompostos pela ação dos organismos do solo. O resultado deste processo é a liberação de água, CO<sub>2</sub> e nutrientes, mas no seu decorrer também são formados compostos orgânicos estáveis e resistentes, como o húmus (Zech et al., 1997).

O processo de decomposição acontece de forma simultânea ao crescimento e desenvolvimento das plantas, pois, assim que um tecido vegetal é formado, começa a ocorrer a sua decomposição (Correia & Andrade, 1999). Moléculas são degradadas nos tecidos velhos, ainda vivos das plantas, e são retranslocadas para tecidos mais jovens em crescimento ativo (Marschner, 1995). Além da possibilidade de ao mesmo tempo as folhas ou a própria planta, poder abrigar microrganismos e insetos que através da sua alimentação atuam no processo de decomposição das mesmas.

As plantas em função da sua sanidade liberam continuamente compostos orgânicos e nutrientes minerais; esta liberação é variável em função do órgão vegetal, e do elemento químico ou composto químico em questão. Como exemplo, nas raízes são liberados vários ácidos orgânicos, enquanto que nas folhas o elemento potássio é o lixiviado mais rapidamente (Marschner, 1995; Stevenson, 1994).

## 2.7. Qualidade da Liteira

O acúmulo de liteira na superfície do solo é regulado pela quantidade de material orgânico que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. Com isso, é de grande importância o entendimento dos mecanismos que regulam esse processo dinâmico, no qual a entrada de material, através da deposição, e a saída ou transformação via decomposição, acontecem simultaneamente.

A qualidade da liteira é dada pelo seu grau de lignificação, teores de nutrientes, compostos orgânicos solúveis, pela presença de moléculas orgânicas com efeitos alelopáticos, assim como de substâncias estimuladoras em concentrações biologicamente significativas (Palm et al., 2001). A relação C:N ajuda a compreensão dos mecanismos que regulam o processo de decomposição numa ampla variação de qualidade. Frequentemente, o nitrogênio é associado à restrição do processo de decomposição, determinando o crescimento e o tempo de renovação da biomassa microbiana, assim como a mineralização do carbono orgânico. Teoricamente, a relação C:N ótima para o crescimento microbiano está em torno de 25, mas fungos e bactérias podem decompor fontes com relações C:N ainda maiores (Wardle, 1992).

Normalmente os resíduos de plantas contêm entre 0,1 e 5% de nitrogênio, conseqüentemente, a sua relação C:N varia de 10 a 500. Materiais com relação C:N menor que 20 decompõem-se rapidamente, muitas vezes com a liberação de amônia, em função dos compostos nitrogenados (proteínas e aminoácidos) serem utilizados pelos microrganismos decompositores como fonte de carbono (Palm et al., 2001).

As pastagens em monocultura tendem a apresentar menores velocidades de decomposição que plantios consorciados. Rezende et al. (1999), trabalhando no sul da Bahia com pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com a leguminosa forrageira *D. ovalifolium*, relatam que houve uma maior velocidade de decomposição na pastagem com leguminosa do que nas pastagens apenas com gramínea; provavelmente essa maior velocidade deve-se ao maior aporte de nitrogênio dado pela leguminosa à liteira formada nas pastagens consorciadas, fato esse confirmado por Tarré (2000).

A complexação de proteínas por polifenóis quando a célula se rompe, torna a relação polifenol:N um indicador da qualidade da liteira (Handayanto et al., 1997). Palm et al. (2001), demonstram que em materiais ricos em N, com valores acima de 30 g kg<sup>-1</sup>, e com teores elevados de polifenóis acima de 40 g kg<sup>-1</sup>, provavelmente a mineralização seja controlada pelos efeitos dos compostos fenólicos. Para relações C:N acima de 75, a relação lignina:N pode ser o melhor indicativo da disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos. Isto ocorre tipicamente nos tecidos mais fibrosos, nos quais o ataque microbiano é afetado pela lignificação da celulose, e também pela presença de compostos modificadores como taninos condensados e terpenos (Hättenschwiler & Vitousek, 2000).

Ferreira et al. (1997), em ensaio de campo, demonstram claramente como o clima é importante no potencial de liberação de nutrientes da liteira de diferentes qualidades. As liteiras de *Arachis pintoi*, *Stylosanthes guianensis*, *D. ovalifolium*, no período úmido apresentaram um comportamento semelhante no que se refere à perda de massa e estando bem diferente ao comportamento observado com a liteira de *B. humidicola*. Contudo, no período seco, a liteira de *D. ovalifolium* apresentou um comportamento que mais se assemelhou ao da *B. humidicola*. As diferenças básicas entre esses materiais estavam nos teores de lignina e polifenóis que geraram diferenças nas relações lignina + polifenóis:N com valores de 3,5; 4,1; 7,4 e 12,1, e para a relação C:N, de 19,7; 18,8; 19,9 e 70,7 para *A. pintoi*, *S. guianensis*, *D. ovalifolium* e *B. humidicola*, respectivamente.

## 2.8. O Ambiente na de Composição

A dinâmica acelerada dos processos de transformação da matéria orgânica em regiões tropicais contrasta com a menor atividade dos climas temperados, isto se reflete diretamente

nos processos de lixiviação, liberação e mineralização dos nutrientes que cicla nos sistemas. Dentre os principais fatores ambientais, a temperatura e a precipitação, certamente, são as variáveis climáticas que mais afetam o processo de decomposição da serapilheira (Singh & Gupta, 1977; Ferreira et al., 1997). Trabalhando com as espécies *B. humidicola* e *D. ovalifolium*, Rezende et al. (1999) relatam que em pastagens de monocultura ou consorciadas no sul da Bahia, a maior taxa de decomposição, estava associada aos períodos de maiores precipitações pluviométricas.

## 2.9. Técnicas de Avaliação da Decomposição

Basicamente são duas as técnicas de avaliação da taxa de decomposição de resíduos vegetais. Uma é a técnica dos “litter bags” bem estudada por diversos autores (Thomas & Asakawa, 1992; Ferreira et al., 1997; Schunke, 1998; Rezende et al., 1999; Palm et al., 2001), cujo princípio básico é o acondicionamento de materiais vegetais em bolsas feitas de tela de nylon com malha de 2 mm, depositada sobre a superfície do solo, onde observa-se o seu desaparecimento com o tempo. Os “litter bags” subestimam a verdadeira taxa de decomposição dos materiais, provavelmente devido à restrição ao acesso da macrofauna do solo ao material em função do pequeno diâmetro das telas que constituem os “bags” (Rezende et al., 1999). Desta forma, adaptou-se a essa técnica uma nova forma de acondicionamento para a liteira, chamado de “covered litter”, uma adaptação do “litter bags” na tentativa de aproximar mais ao que ocorre na natureza onde apenas uma camada de tela é colocada sobre o material a ser decomposto, ficando a outra parte em contato direto com o solo nu (Brasil et al., 1998).

A outra técnica muito mais trabalhosa é a descrita por Bruce & Ebersson (1982), e utilizada em experimento de longo prazo por Rezende et al. (1999) e Macedo (2002), onde a avaliação da decomposição da liteira é realizada sem o auxílio de telas ou bolsas, ou seja, diretamente no campo em sucessivas avaliações durante um intervalo de tempo pré-determinado; esse método foi adaptado e aplicado em sistemas de pastagens por Rezende et al. (1999) e Macedo (2002).

Rezende et al. (1999), avaliando diferentes metodologias para o estudo da decomposição de liteira, observaram que os “litter bags” e o “covered litter” não refletem o que realmente ocorre no sistema aberto (campo), pois em condições de campo há uma constante entrada de liteira nova (fresca) no sistema, provocando um sinergismo na decomposição dos resíduos vegetais.

## 2.10. Consumo Animal

O consumo de alimento pelos animais é chamado de consumo voluntário ou consumo “ad libitum” (à vontade ou sem restrição). Dentre as características das forrageiras, as de maior importância são aquelas que determinam o consumo voluntário pelo animal. Hodgson (1990) afirma que o consumo animal é maximizado geralmente quando a forragem em oferta é de 3 a 4 vezes superior à quantidade consumida pelo animal em pastejo.

Segundo Raymond, (1965) citado por Corsi (1986), das qualidades nutritivas das forragens, 70% depende do consumo voluntário e apenas 30% da digestibilidade da forragem, se o consumo e a digestibilidade forem considerados como componentes do valor nutritivo da forrageira. Por outro lado, os mecanismos que controlam estes fatores são diferentes, podendo variar independentemente entre si.

Esse consumo de forragem pelos ruminantes é a variável que mais influencia a produção animal, porém é de difícil estimativa quando avaliada sob condições de pastejo. Pode-se classificar em dois os fatores determinantes do consumo voluntário: 1 - os intrínsecos constituídos pelas características inerentes à forrageira, que definem o quanto um animal é capaz de consumir sob condição “ad libitum” e, 2 - os extrínsecos, que dependem da forma de

apresentação da forrageira. Esses fatores regulam a quantidade de forragem que o animal será capaz de consumir sob determinada condição. Sob pastejo torna-se importante saber até que ponto o consumo é controlado por fatores intrínsecos e o quanto ele depende dos extrínsecos associados ao ambiente e ao manejo (Van Soest, 1994).

São duas as teorias básicas que explicam o controle do consumo de forragem pelos ruminantes (Raymond, 1969): 1 - a teoria da distensão do trato digestivo, que é regulada quando o animal se sente empanzinado (“bucha cheio”), ele para de ingerir forragem e 2 - a teoria quimiostática, que regula a ingestão de forragem cessando o seu consumo quando o animal apresenta níveis elevados de glicose, sódio ou outro elemento na sua corrente sanguínea. A teoria da distensão é o principal mecanismo utilizado pelos animais sob pastejo em pastagens tropicais, isso se deve à baixa qualidade nutricional oferecida por essas pastagens.

## **2.11. Técnicas para Estimativa do Consumo Animal**

Um método que estime adequadamente o consumo dos animais sob pastejo é essencial para a avaliação de pastagens. Segundo Astigarraga (1997), o método ideal deve integrar a qualidade da dieta selecionada e a quantidade consumida ao longo do dia.

A determinação do consumo animal sob pastejo tem sido muito debatida nos últimos anos, devido principalmente às limitações dos diversos métodos de estimativa, que podem induzir a erros (Minson, 1990). Assim, nenhuma das técnicas é completamente adequada, cada uma delas tem seu valor em situações específicas e podem produzir resultados válidos, desde que suas limitações sejam reconhecidas e discutidas (Aroeira, 1997).

Várias técnicas ou métodos têm sido propostos para se estimar o consumo animal a pasto, uma vez que o consumo é uma variável afetada por inúmeros fatores. Dessa forma, não há uma regra geral para se estimar o consumo e sim um conjunto de várias metodologias que podem ser usadas. Basicamente dois métodos são utilizados: os diretos e os indiretos (Aroeira, 1997).

### **a) Métodos diretos**

Os métodos diretos consistem em mensuração do peso, da forragem ou do animal que a consumiu. No caso de animais em confinamento, essa técnica pode ser considerada a mais simples de todas, pois consiste em pesar a dieta oferecida e as sobras deixadas no cocho, ou no caso de animais em pastejo fazer a diferença do peso dos animais antes e depois do pastejo (Horn, 1979), desta forma esse é um dos métodos mais diretos para se estimar o consumo animal.

### **b) Métodos indiretos**

Na procura por alternativas aos métodos diretos, diversas técnicas ou métodos para a estimativa do consumo de forragem pelos animais foram desenvolvidas, sendo elas realizadas na maioria das vezes por métodos indiretos, que se baseiam nas estimativas de digestibilidade do pasto ingerido e da quantidade de fezes excretadas (Van Soest, 1994).

Esses métodos indiretos têm sido bastante utilizados por pesquisadores apesar de serem muito trabalhosos.

## **2.12. Coleta Total de Fezes**

A técnica mais tradicional e realística utilizada é a da coleta total das fezes (Van Soest, 1994). Essa técnica consiste em coletar as fezes produzidas pelos animais em observação, por meio de gaiolas metabólicas ou bolsas de coleta total (fraldas) adaptadas para uso em animais.

As bolsas de coleta total são mais aplicáveis aos animais de pequeno porte como as ovelhas, entretanto essa técnica também é aplicável aos animais mais mansos como as vacas leiteiras, pois há a necessidade de adaptação dos animais ao incômodo da bolsa. Já as gaiolas

metabólicas de coleta total de fezes, além de necessitarem de infra-estrutura e altos investimentos, necessitam que os animais estejam confinados, tornando-se totalmente inviável a sua utilização, quando se quer avaliar o consumo animal a pasto.

### **2.13. Uso de indicadores**

Uma outra técnica utilizada é a da indigestibilidade da forragem, que se baseia na avaliação da produção fecal, utilizando-se indicadores externos ou internos. Os indicadores são substâncias inertes ao organismo do animal, não tóxicos, 100% indigestível e de fácil mensuração. Vários indicadores têm sido usados, como cortiça, sulfeto de prata, óxido férrico, itérbio, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro indigestíveis, óxido crômico e alguns elementos raros (Van Soest, 1994). Esses indicadores possuem grande aplicação nos estudos das taxas de passagem de alimentos sólidos, consumo voluntário, produção fecal e digestibilidade de alimentos em animais em pastejo ou confinados.

#### **a) Indicadores Internos**

Os indicadores internos são aqueles componentes químicos que naturalmente fazem parte da constituição do alimento e são conhecidos como indigestíveis (digestibilidade = 0), e quantitativamente recuperáveis nas fezes, assim teoricamente, não devem ser absorvidos pelo trato digestivo dos animais.

Este método se baseia no fato de que, à medida que o alimento passa pelo trato digestivo, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de outros constituintes por digestão e absorção. O aumento na concentração é proporcional à digestibilidade e, portanto, esta última pode ser calculada a partir das concentrações do marcador no alimento e nas fezes.

Entre os indicadores internos, a lignina é a mais conhecida e utilizada, entretanto, em gramíneas jovens e em outras espécies com baixo conteúdo de lignina, pode-se encontrar uma aparente digestibilidade para a lignina, o que resulta em erros nas estimativas da digestibilidade da forrageira. Outros métodos menos utilizados é a cinza insolúvel da forragem em ácido clorídrico (CIA), fibra indigestível em detergente ácido e a cinza insolúvel em detergente ácido (CIDA), que vêm recebendo especial atenção principalmente em animais alimentados com dietas à base de concentrado (Saliba et al., 1999).

#### **b) Indicadores Externos**

Uma substância adicionada à dieta como um marcador, é conhecida como um marcador externo. Podem ser usados para dois propósitos básicos: para estudos da digestibilidade quando adicionados em nível constante, e para estudos sobre a taxa de passagem e fluxo da digesta, quando adicionados em doses variadas.

O indicador externo deve ser recuperável, indigestível e não adsorvido pelas paredes do trato digestivo. Além disso, não deve afetar o animal ou a digestibilidade, e deve estar ausente do alimento e do solo.

Dentre os indicadores utilizados em estudos de nutrição, pode-se citar: cloreto de yterbium, e o dicromato de potássio, com a finalidade de utilização em dose única como marcador (Aroeira, 1997), além do cromo “captec” de liberação lenta e o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) (Saliba et al., 1999).

Dos indicadores externos, o mais utilizado é o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), o seu uso é baseado no princípio de que ele não é absorvido pelos animais, ou seja, é indigestível. Sendo assim, a administração diária de certa quantidade de óxido crômico permite que se calcule a quantidade de material ingerido pelo animal através da mensuração da diluição do cromo nas amostras de fezes, por um período de tempo de coleta mantendo sempre o mesmo horário do dia (Pereira, 1991; Macedo, 1999). No entanto o seu uso tem sido questionado por provocar

uma elevada variação de concentração nas excreções diárias dos animais (Corbett et al., 1960). Desta forma os dias de dosagem e coleta devem ser maiores a fim de diminuir essa variação; sendo assim, Pereira (1991) estipulou para sua experimentação, um mínimo de cinco bovinos por tratamento e um período de dosagem de cromo de no mínimo 14 dias, sendo sete dias de adaptação e sete de coleta, com uma ou duas coleta de fezes por dia.

Na Colômbia estudos em pastagens tropicais consorciadas com leguminosas forrageiras, demonstraram que sob condições de pastejo, o consumo de *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium*, foi de 2,3 kg de MS (100 kg PV) ou  $73 \text{ g kg}^{-0,75}$  de MS, aproximadamente 43% superior ao observado nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura (1,2 a 1,6% PV). Nesta avaliação a leguminosa representava aproximadamente 33% do material em oferta da dieta dos bovinos e ainda promoveu o aumento de 9,6% na digestibilidade “in vitro” da matéria seca, devido ao maior teor de N da leguminosa (Lascano et al., 1988).

Pereira (1991), também avaliando o consumo animal a pasto em três diferentes épocas do ano, observou um menor consumo ( $73 \text{ g kg}^{-0,75}$  de MS) no consórcio de *B. humidicola* com *D. ovalifolium* CIAT 350, do que em *B. humidicola* em monocultura que foi de  $105 \text{ g kg}^{-0,75}$  de MS, ou quando consorciada com *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), que apresentou um valor intermediário ( $82 \text{ g kg}^{-0,75}$  de MS). Os resultados demonstraram uma grande variabilidade anual do consumo da leguminosa pelos animais, que foi mais consumida na época seca, quando a brachiaria apresentava baixa digestibilidade e conseqüentemente baixa palatabilidade.

Nas pastagens sob condições de clima tropical, os estudos de avaliação do consumo por animais em pastejo são escassos, em virtude da complexidade da utilização das técnicas usuais.

#### **2.14. Animais Esôfago-Fistulados**

Os animais durante o pastejo selecionam a forragem em oferta a ser ingerida no pasto, por exemplo, há seleção das folhas verdes em detrimento a folhas secas, talos, inflorescência, etc. Desta forma, a análise direta da forragem em oferta na pastagem não é a melhor maneira de se estimar a composição botânica e química da forragem realmente consumida por esses animais em pastejo.

A técnica descrita por Van Dyne & Torel (1964), com animais fistulados no esôfago é muito empregada para se avaliar a real seleção da forragem em oferta na pastagem consumida pelos animais em pastejo. Algumas desvantagens para o emprego da fístula no esôfago em animais são relatadas por Jones et al. (1979), dentre elas pode-se destacar as injúrias feitas pela cirurgia nos animais, e o elevado número de animais a serem fistulados, para que haja uma maior representatividade das amostragens (Pereira, 1991). Após a realização da cirurgia há os cuidados como o estabelecimento e a manutenção das cânulas acopladas às fístulas, além do fato de haver uma provável redução na vida útil desses animais fistulados.

Apesar de todos os procedimentos para sua utilização, essa técnica tem auxiliado na estimativa do consumo animal em pastejo, principalmente pelo fato de se adquirir amostras de extrusas representativas do alimento ingerido pelos animais, obtendo-se assim resultados confiáveis e mais precisos na determinação das análises bromatológicas como a da digestibilidade “in vitro” da matéria seca (Tilley & Terry, 1963), entre outras.

No processo de amostragem é de extrema importância que as amostras retiradas das fístulas (extrusa) devam ser bem lavadas com água destilada a fim de que seja retirado todo excesso de saliva dessas amostras antes de serem secas em estufa ou congeladas em freezer, para posterior análise. Esse processo deve ser realizado, pois o excesso de saliva presente na amostra da extrusa acarreta um aumento no conteúdo de cinzas dessa amostra e, dentre os minerais presentes, o fósforo é o mais superestimado (Theurer, 1970).

## 2.15. O uso do Isótopo Natural de $^{13}\text{C}$

A marcação isotópica das plantas com  $^{13}\text{C}$  ocorre durante a fixação de  $\text{CO}_2$  pela fotossíntese, através do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ . Os resultados são expressos como a diferença do  $\delta^{13}\text{C}$  da amostra pela razão do número de átomos de  $^{13}\text{C}$  e o número de átomos de  $^{12}\text{C}$  do padrão “Pee Dee Belemnite” (PDB). Desta forma, devido à alta marcação isotópica do PDB os valores obtidos nas amostras são sempre negativos (ex: o  $\delta^{13}\text{C}$  das leguminosas  $\text{C}_3 = -27\text{‰}$  e o  $\delta^{13}\text{C}$  das gramíneas  $\text{C}_4 = -11\text{‰}$ ), sendo melhor demonstrado pela equação:

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{amostra}} = \frac{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{amostra}} - {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{padrão PDB}}}{{}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{padrão PDB}}} \times 1000$$

Nas plantas superiores, durante a fixação do  $\text{CO}_2$  atmosférico na fotossíntese, observa-se uma significativa discriminação isotópica que ocorre com intensidades diferentes entre plantas de ciclo fotossintético diferentes. Plantas de ciclo  $\text{C}_3$  (ciclo de Calvin) discriminam mais intensamente o  $^{13}\text{C}$ , pois fixam o  $\text{CO}_2$  atmosférico principalmente pela enzima Rubisco (ribulose bifosfato carboxilase oxigenase) e por isso apresentam variações na abundância isotópica de  $^{13}\text{C}$  entre -20 e -34 deltas (média de -27 deltas). Já as plantas de ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  discriminam menos o  $^{13}\text{C}$ , pois fixam  $\text{CO}_2$  atmosférico através da enzima PEP carboxilase (fosfoenolpiruvato carboxilase), apresentando valores médios de -13 deltas, variando de -9 a -17 deltas (Smith & Epstein, 1971).

Este fenômeno é chamado de discriminação isotópica do  $^{13}\text{C}$ , e é diferenciada entre o ciclo de Calvin ( $\text{C}_3$ ) e o ciclo do ácido dicarboxílico ( $\text{C}_4$ ), o que resulta numa proporção  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  diferenciada nas diferentes plantas superiores (Ludlow et al., 1976). É devido a esta diferença de aproximadamente 14 deltas, os ciclos fotossintéticos podem ser identificados com base na análise da abundância isotópica natural de  $^{13}\text{C}$  em espectrômetro de massa.

Essa técnica foi empregada inicialmente por Ludlow et al. (1976), para estimar a proporção de espécies  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  na dieta de bovinos sob pastagens consorciadas. A técnica foi empregada na determinação da parte aérea da forragem em oferta selecionada, por animais esfago-fistulados em pastejo (extrusa), a fim de se saber a composição botânica (leguminosa e gramínea) da dieta, baseado na diferenciação entre as plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ , em relação à proporção de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

Em ambiente confinado, avaliando a dieta consumida por bovinos e as suas fezes, Macedo (1999) realizou uma calibração da técnica do  $\delta^{13}\text{C}$  oferecendo uma dieta com diferentes proporções de fenos de *B. dictyonera* ( $\text{C}_4$ ) e *D. ovalifolium* ( $\text{C}_3$ ), com diferentes percentagens de leguminosa na dieta (0, 25, 50, 75 e 100%), obtendo alta correlação entre os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  nas fezes e o  $\delta^{13}\text{C}$  das dietas ( $r^2 = 0,99$ ). Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  variaram de -12,1 ‰ a -26,6 ‰ para dieta e -13,7 ‰ a -26,6 ‰ para as fezes.

Estudando as gramíneas *B. dictyonera*, *B. decumbens*, *B. humidicola* e *Andropogon gayanus*, e as leguminosas *Arachis pintoi*, *Centrosema acutifolium*, *D. ovalifolium* e *Pueraria phaseoloides*, Jones & Lascano (1992) compararam dois diferentes métodos de estimativa da proporção de  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  na dieta selecionada por bovinos sob pastagens consorciadas. Um foi a utilização da microscopia e o outro foi à marcação isotópica de  $^{13}\text{C}$ , e observaram as vantagens do uso da técnica do  $\delta^{13}\text{C}$  em relação à microscopia, pela facilidade na análise.

## 2.16. Desempenho Animal

A extração de nutrientes pelos animais em pastejo em uma pastagem com produtividade de  $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de peso vivo, de acordo com Mathews et al. (1996), retira do

sistema aproximadamente 27,2 g de nitrogênio (2,72% do peso vivo animal), 12,8 g de cálcio (1,28% do peso vivo animal), 6,8 g de fósforo (0,068% do peso vivo animal) e 1,5 g de potássio (0,015% do peso vivo animal), onde por ano, sairia do sistema aproximadamente 10 kg de nitrogênio, 4,5 kg de cálcio, 2,5 kg de fósforo e 0,6 kg de potássio por hectare.

Apesar de ser pequena a quantidade de nutrientes exportados pelos animais, o manejo sustentável das pastagens pode ser alcançado quando se consegue controlar e explorar de forma eficiente os três principais estágios de produção: crescimento da forragem em oferta na pastagem, consumo da forragem em oferta pelos animais em pastejo e o desempenho animal (Hodgson, 1990).

Os constituintes da forrageira, os teores de fibra e proteína bruta, como também as relações folha/haste, influenciam na digestibilidade da forrageira ocasionando queda no desempenho animal. Sem dúvida, o não controle desses fatores é o principal problema com relação à produção animal à pasto, promovendo baixo desempenho animal acarretando uma elevada idade de abate, com mais de quatro anos para atingir o peso ao abate, de aproximadamente 400 kg de peso vivo (Zimmer & Euclides Filho, 1997).

Em termos de manejo, à medida que a disponibilidade de forragem diminui com o aumento da taxa de lotação, a seletividade também decresce (Maraschin, 1981; Corsi, 1990) afetando o consumo da forragem. Isso também pode ser observado com o significativo aumento de tempo de pastejo principalmente no período seco quando a oferta da forragem é significativamente menor (Euclides & Euclides Filho, 1998).

A consorciação de gramíneas com leguminosas forrageiras é a maneira mais econômica e prática de se aportar nitrogênio às pastagens (Carvalho, 2000), trazendo como benefícios a redução nas perdas de peso durante a seca pela oferta de forragem de melhor qualidade e com maiores teores de proteína, e nitrogênio fixado biologicamente para a gramínea acompanhante, melhorar as características do solo e aumentar de forma gradual a matéria orgânica do solo.



## **2. CAPÍTULO I -**

**EFEITO DA CONSORCIAÇÃO COM *Desmodium ovalifolium* E DA  
TAXA DE LOTAÇÃO NO CONSUMO DE FORRAGEM E NO  
DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGENS DE  
*Brachiaria humidicola* NO EXTREMO SUL DA BAHIA**

## 2.1. RESUMO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia (ESSUL/CEPEC/CEPLAC) obedecendo a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram estabelecidos segundo um fatorial 2 x 3, com 2 pastagens, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt em monocultura e *B. humidicola* consorciada com *Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela, e 3 taxas de lotação, 2, 3 e 4 cabeças por hectare. A estimativa do consumo animal em pastejo foi avaliada em 2 épocas do ano (agosto e novembro de 1995). Utilizaram-se 6 animais bovinos esôfago-fistulados para amostragem da dieta selecionada e 36 bovinos foram dosados com 10 g de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por dia, durante um período de 21 dias para estimativa da produção fecal. A digestibilidade “in vitro” da matéria seca e a abundância natural do <sup>13</sup>C foram analisadas no material das extrusas. Paralelamente, foram avaliadas a disponibilidade da pastagem e a sua composição botânica. O consumo de matéria seca foi afetado negativamente pela presença da leguminosa *D. ovalifolium* nas pastagens de *B. humidicola* devido à sua baixa palatabilidade, porém a proporção da leguminosa na dieta foi bastante significativa, de 27 a 62% na forragem em oferta, sendo maior nas taxas de lotação mais elevadas onde a seletividade dos animais foi mais restrita, apesar do fato de que na menor taxa de lotação havia uma maior proporção da leguminosa na forragem em oferta. O consumo de MS pelos bovinos foi menor nas pastagens consorciadas, mas isso não proporcionou um menor ganho de peso animal, provavelmente devido à maior ingestão de proteína oferecida pela leguminosa.

**Palavras - chave:** Consumo animal. Óxido crômico. Pastagem consorciada. Indicador externo. Ganho de peso. Sustentabilidade.

## 2.2. ABSTRACT

The experiment was conducted at the Experimental Station of CEPLAC sited in the South of Bahia (CEPLAC/CEPEC/ESSUL) obeying an entirely randomized design with 6 treatments and 3 repetitions. The treatments consisted of 2 pastures, one of grass-only *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt and the other of *B. humidicola* mixed with *Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela, each grazed at 3 different stocking rates of 2, 3 and 4 animals per hectare. Estimates of animal intake under grazing were made at two occasions during the year (August and November of 1995). Six oesophagus-fistulated steers were used for sampling of the consumed forage and 36 animals were fed with 10 g of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> each day, for 21 days. The “in vitro” digestibility of dry matter, total nitrogen and the natural abundance of <sup>13</sup>C were analyzed in the fistula samples. At the same time, the productivity of the pastures and its botanical composition was measured. The presence of the legume *D. ovalifolium* in the pastures of *B. humidicola* is not increased the protein content of the forage ingested by the animals by 64%. The dry matter intake was affected negatively by the presence of the legume due to its low palatability, however the proportion of the legume in the diet was quite significant (27 to 62%), being higher in the higher stocking rates due to the more restricted selectivity of the grazing animals despite the. At the lower stocking rate there was a larger proportion of the legume in the forage on offer.

**Keywords:** Animal intake. Chromic oxide. Mixed pasture. External indicator. Weight gain. Sustainability.

### 2.3. INTRODUÇÃO

O principal fator que controla a produção de animais em pastejo é o consumo diário das forragens. Porém, o consumo de forragem nessas condições é a variável de mais difícil estimativa, sendo habitual entre os pesquisadores o uso de experimentos com animais confinados para avaliação de forrageiras.

Uma das técnicas mais tradicionalmente utilizadas para estimar o consumo de forragem pelos animais em pastejo é a técnica da indigestibilidade, que se baseia na mensuração da produção fecal, através do uso de indicadores externos ou internos, e coleta total de fezes em bolsas apropriadas. Na utilização da técnica dos indicadores é necessário que a digestibilidade seja estimada por meio da técnica de digestão “in vitro” da matéria seca de amostras (extrusas) provenientes de animais esôfago-fistulados, desta forma é possível se calcular o consumo animal. Essa técnica, apesar de trabalhosa, é bastante utilizada por vários autores (Pereira, 1991; Aroeira, 1997; Macedo, 1999).

Na avaliação do desempenho animal, o ganho de peso vivo por área é o produto do ganho de peso por animal pelo número de animais por unidade de área. Os termos mais utilizados para expressar o número de animais em uma pastagem são: taxa de lotação, pressão de pastejo e capacidade de suporte. À medida que a taxa de lotação aumenta, a produção por animal decresce, pois os animais começam a competir por alimento e têm menos oportunidade de selecionar a parte mais nutritiva da forragem.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho animal (ganho de peso vivo por animal e por área) e o consumo de matéria seca de forragem por bovinos em função da introdução da leguminosa forrageira *D. ovalifolium*, em pastagens exclusivas de *B. humidicola* sob três diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) numa região pertencente ao bioma de Mata Atlântica no extremo sul da Bahia.

## 2.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.4.1. Área Experimental

O experimento foi conduzido por 9 anos durante o período de março de 1988 a março de 1997 na Estação de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia (ESSUL), estação essa pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC-CEPEC) localizada no município de Itabela (BA) situada a aproximadamente 16° 39' de latitude sul, 39° 30' de longitude oeste e a 100 metros de altitude em relação ao nível do mar. No ano de 1995, dentro de uma parceria da Embrapa-Agrobiologia com a CEPLAC-CEPEC, foi realizado um trabalho mais completo de avaliação das pastagens.

Essa região pertence ao Agroecossistema do Extremo Sul da Bahia e de acordo com a classificação de Köppen, predomina o clima do tipo transição de Af para Am, ou seja, um clima de Floresta Pluvial Tropical, caracterizado por temperaturas uniformemente elevadas, e alta precipitação distribuída durante o ano inteiro, de tal maneira que não há uma nítida estação seca, ou se existir é de curta duração. A precipitação média anual da região é de aproximadamente 1.400 mm, com ausência de períodos secos, sendo que o período de menor precipitação ocorre de maio a agosto. As médias das temperaturas mínima e máxima mensais foram de 19° C e 29° C respectivamente, encontrando-se valores mais baixos no período de inverno.

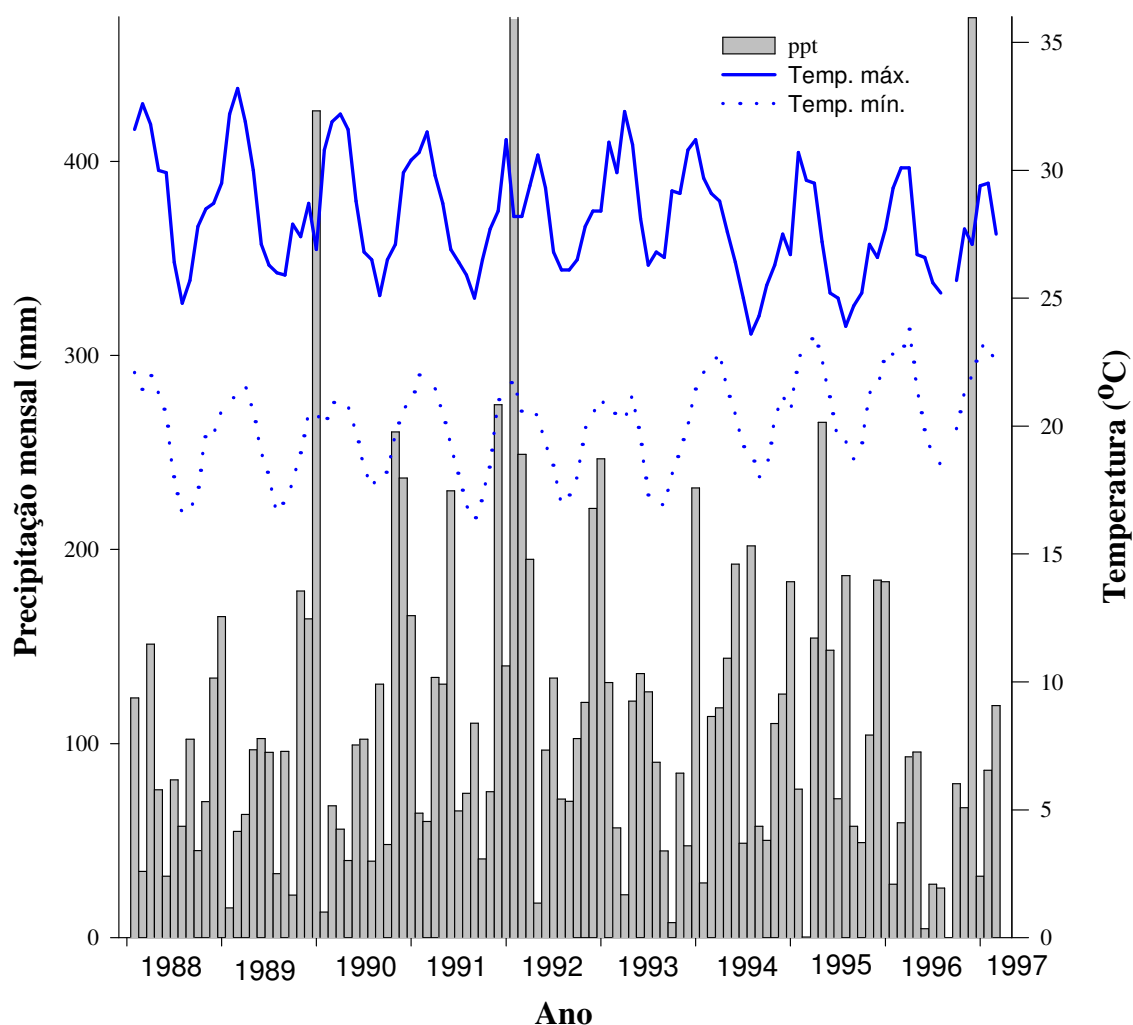
Os dados climáticos dessa região foram monitorados durante todo o período experimental através do posto meteorológico existente na própria Estação (ESSUL) localizado a 200 metros da área experimental, os quais estão apresentados na Figura 1.

Como histórico da área experimental utilizada, pode-se relatar que há aproximadamente 30 anos a mata nativa foi derrubada para exploração de madeiras nobres, seguido por alguns cultivos de subsistência e posteriormente pastagem. Segundo Pereira (1991) antes da implantação do experimento em 1988, a área escolhida para o experimento estava ocupada por uma vegetação típica de floresta secundária, sob um relevo plano, com o solo do tipo Haplorthox (ARGISSOLO), variação tabuleiro (Silva, 1974) cujas características químicas em 1987 antes da instalação do experimento estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Análise química do solo da área experimental antes da implantação das pastagens no ano de 1987 na profundidade de 0-20 cm (Cantarutti, 1996).

pH em H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Al	P-disponível	C-org.	N-total	Relação C/N
	.....	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	.....	.....	mg kg <sup>-1</sup>	..... g kg <sup>-1</sup>	.....	
5,5	2,2	0,2	0,1	0,1	2,0	9,0	0,8	12

A análise do solo foi feita de acordo com EMBRAPA (1997), onde o nitrogênio total (N-total) foi determinado pelo método da digestão sulfúrica seguida de destilação Kjeldahl, para determinação do fósforo o extrator utilizado foi Mehlich 1 e para o carbono orgânico (C-org) o método utilizado foi o Walkley Black.



**Figura 1:** Dados meteorológicos da estação experimental ESSUL, precipitação mensal e média mensais das temperaturas máximas e mínimas de 1988 a 1997.

#### 2.4.2. Formação das Pastagens

Na formação da área experimental foi aplicado  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico a lanço, a fim de se elevar o teor de Mg do solo, além de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio e mais  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples aplicados no sulco de plantio. Uma adubação de manutenção foi mantida anualmente em todos os piquetes até o término do experimento com  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio e  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples, aplicados a lanço em cobertura.

O plantio das pastagens foi feito em março de 1987, havendo posteriormente a necessidade de se fazer o replantio de alguns piquetes que ficaram com má formação inicial, o que permitiu somente a utilização das pastagens a partir de março de 1988.

Maiores detalhes da formação da área experimental e do manejo aplicado às pastagens estão apresentadas em Pereira (1991) e Tarré (2000).

### 2.4.3. Delineamento e Histórico da Área Experimental

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, constando de nove tratamentos e três repetições, sendo três taxas de lotação: 2, 3, e 4 novilhos azebuados por hectare (TL<sub>2</sub>, TL<sub>3</sub>, TL<sub>4</sub>, respectivamente) e três pastagens, *Brachiaria humidicola* (Rendle Schweickt) em monocultura (BH), *B. humidicola* consorciada com a leguminosa *Desmodium ovalifolium* Wall cv. Itabela (BHDO) e *B. humidicola* consorciada com a leguminosa *Pueraria phaseoloides* (Kudzu tropical), conforme demonstrando na Figura 2.

As unidades experimentais foram os piquetes, que apresentavam diferentes tamanhos (0,75; 1,0 e 1,5 ha) para ajustar as taxas de lotação, ficando assim três novilhos com peso vivo médio inicial de cerca de 240 kg cada em cada piquete, formando uma unidade experimental.

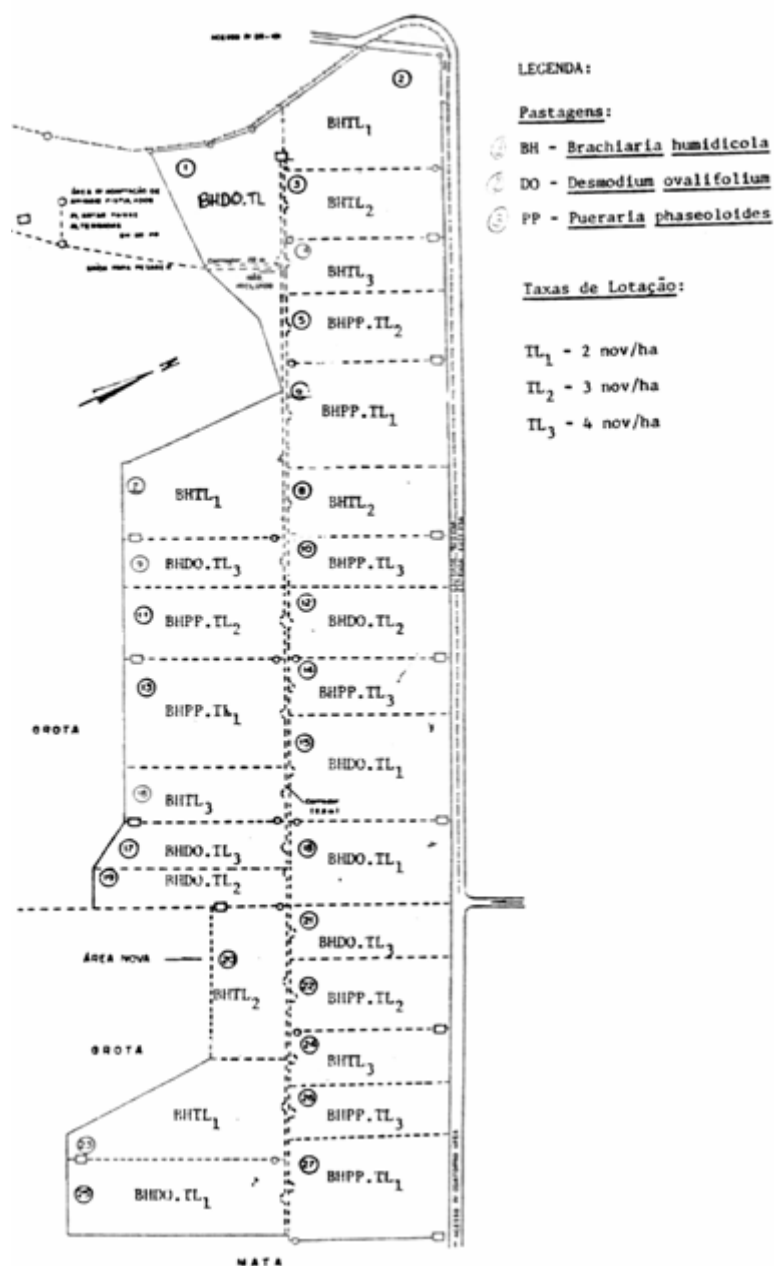


Figura 2: Croqui da área experimental

O pastejo iniciou em março de 1988 (Pereira et al., 1992) e continuou até 1996. Após o ano de 1990 observou-se o desaparecimento da leguminosa *P. phaseoloide* (Kudzu Tropical) do tratamento de consórcio com *B. humidicola*, pois não houve persistência da leguminosa nesse tratamento sendo assim, este tratamento foi substituído por uma fertilização química nitrogenada com  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N na forma de uréia, parcelada em 4 aplicações de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  cada. Nesse estudo o tratamento que levou a fertilização química nitrogenada com  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N não foi avaliado, restando assim 18 piquetes a serem estudados, distribuídos em 2 pastagens, 3 taxas de lotação e 3 repetições.

#### **2.4.4. Coleta de Material**

##### **a) Ganho de peso animal**

As pesagens foram realizadas continuamente no período de 1988 a 1995 com pesagens nos anos de 1988, 1990, 1992, 1993, 1994 e 1995 nos animais comerciais, mantendo-se as lotações estabelecidas para cada piquete.

Como se trata de um experimento de longo prazo, durante os 9 anos de pastejo o desempenho animal foi avaliado. Entre os períodos de avaliação do desempenho animal, todas as pastagens continuaram a ser pastejadas por animais não experimentais, como bovinos de corte e ou vacas de leite secas, mantendo-se dessa forma a mesma taxa de lotação em cada piquete. Durante esses períodos não experimentais não houve avaliação do ganho de peso animal.

Durante o ano de 1995, conduziu-se este experimento para avaliações do ganho de peso vivo dos bovinos nas pastagens com pesagens à intervalos de aproximadamente 56 dias, totalizando sete pesagens ao longo do ano. Um dia antes do início das avaliações de pesagem os 54 animais do experimento eram mantidos presos no curral em jejum por 12 horas, após a pesagem, os animais eram encaminhados aos seus respectivos piquetes de origem.

##### **b) Consumo de matéria seca da forragem**

O consumo animal foi avaliado em duas diferentes épocas, uma em agosto de 1995 e outra em novembro de 1995.

#### **2.4.5. Técnica do Uso de Indicador Externo – Produção Fecal**

Dentro da técnica do uso de indicadores externos para avaliação do consumo animal a pasto, o indicador óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) foi o escolhido para ser utilizado nesse experimento, pois essa técnica já havia sido utilizada três vezes, em épocas distintas, durante o ano de 1988 por Pereira (1991), nessa mesma área experimental.

O óxido crômico foi fornecido aos animais e avaliado a sua recuperação nas fezes; o princípio da técnica do indicador externo é baseado na administração oral de óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) por um período mínimo de 14 dias. Devido à sua característica indigestível, o óxido crômico permanece em torno de 7 dias em quantidades constantes na excreção fecal, podendo-se assim estimar a produção fecal pela concentração de cromo nas fezes.

Para essa determinação foram utilizados 36 dos 54 animais pertencentes ao experimento, sendo utilizados dois animais de cada piquete, que receberam  $10 \text{ g dia}^{-1}$  de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , divididas em duas porções de 5 g em cápsulas de papel crepom aplicadas simultaneamente de uma só vez, através de um lança-bolo confeccionado com tubos de PVC, um com diâmetro interno de  $\frac{3}{4}$  polegadas (19 mm) e outro de  $\frac{1}{2}$  polegadas (13 mm), sendo aplicado pela garganta do animal às 8 horas da manhã, segundo a metodologia recomendada por Silva et al. (1968).

As coletas das amostras de fezes foram realizadas diretamente do reto dos animais uma vez ao dia na parte da manhã. Os pesos frescos das amostras de fezes foram de aproximadamente 400 gramas por amostra, sendo acondicionadas em sacos plásticos para



serem homogeneizadas, e posteriormente colocadas em pratos de alumínio para obtenção do peso de matéria fresca e levada à estufa a 65° C, durante 72 horas, para a determinação da matéria seca fecal.

#### **2.4.6. Animais Esôfago-Fistulados (Coleta Extrusas)**

Para a realização dessa técnica utilizaram-se seis bovinos azebuados fistulados no esôfago, com as mesmas características dos animais do experimento e mantidos em piquetes extras com as mesmas forrageiras oferecidas aos animais da área experimental.

Antes do início das avaliações, os seis animais eram mantidos presos no curral em jejum por 12 horas com água a vontade. Após esse período os animais eram encaminhados ao piquete de estudo para realização da amostragem de extrusa. Já dentro do piquete em estudo esses animais eram mantidos por um período de tempo de 1 hora ou o necessário para encher a bolsa de coleta com a extrusa.

Ainda no local de coleta as amostras de extrusa eram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório, onde as amostras de extrusa foram lavadas com água destilada e colocadas em saco plástico para serem homogeneizadas.

Após esses procedimentos as extrusas foram colocadas em pratos de alumínio para obtenção do peso de matéria fresca e posterior determinação da matéria seca a 65 °C durante 72 horas.

#### **2.4.7. Análises Realizadas**

##### **a) Fezes**

Para o consumo animal as determinações de cromo nas amostras de fezes foram realizadas na Embrapa-Agrobiologia, segundo o método utilizado em rotina laboratorial pela Embrapa-Gado de Leite. O princípio do método colorimétrico é descrito por Kimura & Miller (1956), e preconiza a digestão nítrico-perclórica de 500 mg das amostras de fezes, em 6 ml de ácido nítrico e 4 ml de ácido perclórico, com pré-digestão de 12 horas, só com adição de ácido nítrico. No dia seguinte as amostras pré-digeridas foram levadas ao bloco digestor a 160° C, por uma hora e logo esfriadas em temperatura ambiente. Adicionaram-se às amostras o ácido perclórico e aqueceu-se novamente no bloco digestor a 250° C, por aproximadamente uma hora. Ao final da digestão a amostra possuía uma coloração amarelo-alaranjada, quando então foi diluída (1:50) com água deionizada.

A determinação do cromo hexavalente foi feita por leitura colorimétrica em espectrofotômetro (HITACHI U-100 Spectrophotometer), em comprimento de onda de 440 nanômetros (nm).

##### **b) Extrusa**

##### **b.1) Proporção de gramínea e leguminosa na dieta pela técnica de abundância natural de $^{13}\text{C}$**

Para se saber a proporção de *B. humidicola* (gramínea) e *D. ovalifolium* (leguminosa) na dieta selecionada por bovinos em pastejo, utilizou-se à técnica da abundância natural do  $^{13}\text{C}$ , para estimar a proporção de espécies de ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  em amostras de extrusa de animais esôfago-fistulados. As amostras foram separadas em alíquotas contendo aproximadamente 3 mg de extrusa finamente moída (Tarré, 2000), para posterior utilização em um espectrômetro de massa de relações isotópicas, marca Finnigan DeltaPlus, acoplado a um analisador automático de carbono, hidrogênio e nitrogênio (CHN) marca Carlo Erba EA-1108 - Finnigan MAT, Bremen, Alemanha.

Para fins de cálculos foram analisadas amostras puras de gramínea e leguminosa para  $\delta^{13}\text{C}$  a fim de dar suporte como padrões para cálculo da proporção de gramínea/leguminosa na

extrusa dos animais esôfago-fistulados. As amostras de *B. humidicola* pura foram obtidas da pastagem em monocultura, já o *D. ovalifolium* foi obtido da separação botânica da forragem em oferta das pastagens consorciadas.

### **b.2) Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca**

A digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) da forragem é basicamente a simulação da digestão dos ruminantes realizada em laboratório. A técnica consiste em se deixar 500 mg das amostras de forrageiras (no caso desse trabalho a extrusa), em contato com o líquido ruminal (inóculo) e saliva artificial (pH corrigido com CO<sub>2</sub>), no interior de um tubo de ensaio, fazendo-se a marcha de dois estágios de 48 horas, conforme descrito por Silva (1981). Nesse procedimento o primeiro estágio tenta reproduzir as condições predominantes do rúmen-retículo, na presença de microrganismos, anaerobiose, temperatura de 39° C, poder tampão e pH de 6,9. O segundo estágio corresponde à digestão ao nível de abomaso (estômago verdadeiro), ou seja, uma fase aeróbica e ácida de duração em torno de 48 horas, visando simular o que ocorre "in vivo" (Tilley & Terry, 1963). Ao final da marcha, filtra-se o material digerido (resíduo indigerível) em cadinhos porosos (50 ml) de borosilicato, com auxílio de vácuo, leva-se à estufa a 65° C por 48 horas, deixando esfriar em dessecador e pesando-se em seguida.

### **2.4.8. Cálculos Realizados**

#### **a) Ganho de peso animal**

O ganho de peso vivo total por animal foi obtido por diferença entre o peso animal no início do experimento e o peso final obtido ao término do mesmo durante a cada ano avaliado. Com esses valores dividiu-se pelo número total de dias do experimento, obtendo-se o ganho de peso vivo diário, e para o ganho de peso vivo por hectare foi multiplicado o número de animais por hectare pelos seus respectivos ganhos de pesos diários.

#### **b) Fezes**

A recuperação do indicador externo (óxido crômico) nas fezes foi determinada de forma indireta. Este procedimento foi realizado em cada um dos sete dias de coleta, a fim de verificar a precisão da dosagem do indicador nas amostras fecais, coletadas a cada dia.

A recuperação fecal foi estimada utilizando-se a equação:

$$\text{Quantidade MS fecal estimada} = \frac{\text{Quantidade ingerida de indicador}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \times 100$$

### **2.4.9. Extrusa**

#### **a) Digestibilidade "in vitro" da matéria seca**

O coeficiente de digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) da forragem em oferta selecionada pelos animais esôfago-fistulados em pastejo, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{DIVMS} = 100 \times \frac{\text{MS}_{\text{amostra}} - (\text{MS}_{\text{residual}} - \text{MS}_{\text{branco}})}{\text{MS}_{\text{amostra}}}$$

onde:

MS<sub>amostra</sub> = matéria seca em gramas da amostra de extrusa

MS<sub>residual</sub> = matéria seca (g) do resíduo da amostra de extrusa após a digestão

MS<sub>branco</sub> = matéria seca (g) do resíduo do líquido ruminal utilizado, após a completa digestão.

### **b) Abundância natural de carbono 13 ( $\delta^{13}\text{C}$ )**

Com a utilização da técnica de  $\delta^{13}\text{C}$  em plantas forrageiras, foram avaliadas as proporções de plantas de ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  na dieta (extrusa) e nas fezes, visando as determinações do delta  $^{13}\text{C}$ .

Pelos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da amostra estimou-se a percentagem de leguminosa ingerida pelos bovinos sob pastejo, através da equação:

$$X = \frac{\delta^{13}\text{C}_G - \delta^{13}\text{C}_A}{\delta^{13}\text{C}_G - \delta^{13}\text{C}_L} \times 100$$

onde:

X é a percentagem de leguminosa na extrusa;

$\delta^{13}\text{C}_G$  é o valor do  $\delta^{13}\text{C}$  na amostra de extrusa coletadas dos bovinos das pastagens exclusivas de gramínea (*B. humidicola* pura);

$\delta^{13}\text{C}_A$  é o valor do  $\delta^{13}\text{C}$  na amostra de extrusa coletadas dos bovinos alimentados com uma dieta composta de gramínea e leguminosa;

$\delta^{13}\text{C}_L$  é o valor do  $\delta^{13}\text{C}$  na amostra de leguminosa exclusivamente (*D. ovalifolium* puro).

O valor de  $\delta^{13}\text{C}$  utilizado nos cálculos da proporção de leguminosa na dieta foi obtido de Macedo (1999), da amostra de dieta com 100% de leguminosa pura (*D. ovalifolium*), valor esse de -26,6‰.

### **2.4.10. Análises Estatísticas**

Após análise da normalidade dos erros (teste de Lilliefors) e da homogeneidade (teste de Bartlett) da variância, os dados foram analisados utilizando-se da Análise de Variância (ANOVA), num fatorial com parcela subdividida, no programa SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (Euclides, 1983). Quando da significância em F, promoveu-se à comparação entre médias pelo teste de Tukey com níveis de 1 e 5% de probabilidade ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ).

## 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.5.1. Desempenho Animal

O estudo do desempenho animal foi realizado durante os anos de 1988, 1990, 1992, 1993, 1994 e 1995, porém esse experimento foi mantido sempre com a mesma carga animal nos intervalos entre as avaliações anuais, perfazendo dessa forma 9 anos de avaliação.

Os resultados do desempenho animal foram obtidos através de pesagens ao longo das 6 avaliações durante os 9 anos de pastejo contínuo estão apresentados na Tabela 2, onde pode-se observar o ganho de peso (kg) por animal por dia. Não se observou nenhum tipo de efeito da pastagem sobre o ganho de peso por animal por dia.

Os dados demonstram claramente como a taxa de lotação influenciou negativa e significativamente ( $P < 0,01$ ) o desempenho animal, ficando as menores taxas com os maiores ganhos de peso vivo por dia tanto para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura como também para as consorciadas com a leguminosa. As taxas mais baixas 2 e 3 animais  $ha^{-1}$ , apresentaram maiores valores de ganho em relação à maior taxa de lotação 4 animais  $ha^{-1}$  em ambas as pastagens, devido à maior seletividade dos animais em pastejo nos tratamentos das menores taxas de lotação. Esses valores foram significativamente superiores em relação à taxa de lotação 4 animais  $ha^{-1}$  em aproximadamente 41 e 19% para as taxas de lotação 2 e 3 animais  $ha^{-1}$  respectivamente, nas pastagens em monocultura e 41 e 29% para as mesmas taxas nas pastagens consorciadas.

Os ganhos médios de peso vivo para as pastagens em monocultura foram superiores aos obtidos por Lourenço & Carriel (1997) em pastagens de *B. brizantha* exclusivas (0,330 kg  $animal^{-1} dia^{-1}$ ).

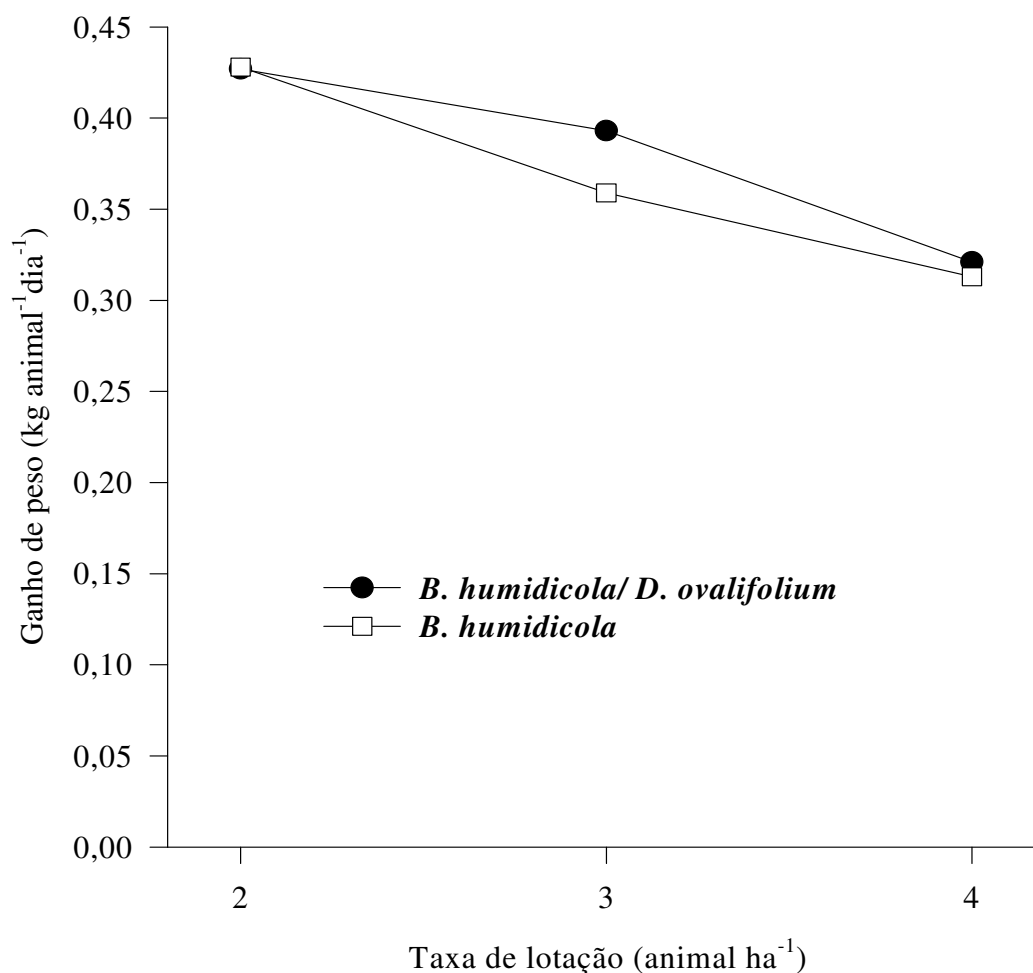
**Tabela 2:** Ganho de peso vivo (kg) por animal por dia durante nove anos de pastejo contínuo em pastagens de *B. humidicola* e *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium* sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais  $ha^{-1}$ ), média de 9 animais por tratamento.

Pastagem	Taxa de Lotação Animais $ha^{-1}$	Ano					
		1988	1990	1992	1993	1994	1995
		kg $animal^{-1} dia^{-1}$					
<i>B. humidicola</i>	2	0,441	0,425	0,405	0,340	0,494	0,496
	3	0,432	0,341	0,345	0,307	0,380	0,387
	4	0,381	0,246	0,263	0,270	0,342	0,346
	Média	0,42 Aa	0,34BCa	0,34BCa	0,30 Ca	0,40ABa	0,41 Aa
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	0,426	0,426	0,410	0,365	0,484	0,499
	3	0,492	0,361	0,341	0,356	0,399	0,440
	4	0,354	0,302	0,289	0,280	0,259	0,380
	Média	0,42 ABa	0,36BCa	0,35 Ca	0,33 Ca	0,38BCa	0,44 Aa
Coef. Variação (%)		23,6					

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,01$ ).

Na Figura 3, na média geral das seis avaliações dentro dos nove anos de pastejo, tanto na pastagem em monocultura como na pastagem consorciada não houve diferença entre o ganho de peso diário nas taxas de 2 e 4 animais  $ha^{-1}$ . Já na taxa de lotação de 3 animais  $ha^{-1}$ , apesar de não significativo a pastagem de *B. humidicola* em monocultura apresentou um

menor valor ( $365 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) em relação à pastagem consorciada ( $398 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). Esse aumento de aproximadamente 34 g de peso vivo a mais por dia para os animais na pastagem consorciada representa um acréscimo de 11% no ganho de peso animal por dia, fato esse devido à presença da leguminosa na forragem em oferta.



**Figura 3:** Ganho de peso vivo ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) nas pastagens de *B. humidicola/D. ovalifolium* e *B. humidicola* em monocultura; médias de 6 períodos (1988 - 1995).

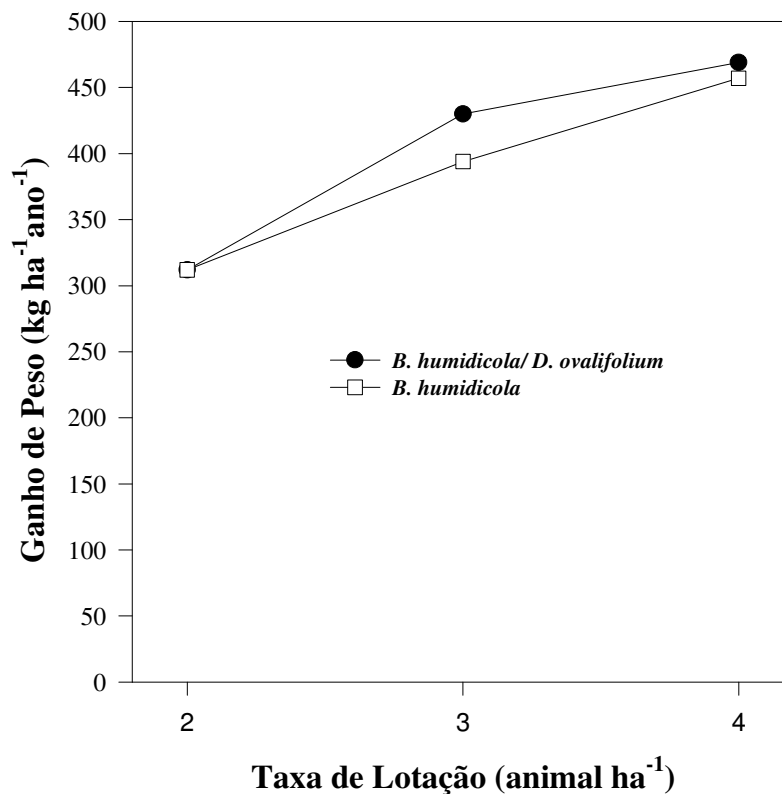
Para o ganho de peso por área (Tabela 3) não houve diferença significativa entre as pastagens consorciadas e em monocultura, havendo diferença significativa ( $P > 0,01$ ), somente no ano de 1994. Quando se avalia o ganho de peso vivo por hectare por ano, observa-se que quanto maior a taxa de lotação maior foi o ganho de peso vivo por área. Os ganhos médios de peso vivo por área nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura foram semelhantes aos obtidos por Lourenço & Carriel (1997) em pastagens de *B. brizantha* exclusivas ( $354 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Pereira (1991), trabalhando no mesmo sítio experimental com pastagens de *B. humidicola* consorciada com *Pueraria phaseoloides*, obteve ganhos por área inferiores aos obtidos nesse estudo, com valores de 280, 429 e  $507 \text{ kg ha}^{-1}$  para as taxas de lotação de 2, 3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

Na Figura 4 a pastagem de *B. humidicola* em monocultura demonstra claramente o efeito significativo ( $P < 0,01$ ) da taxa de lotação sobre o ganho de peso por área, mostrando que na maior taxa de lotação (4 animais  $ha^{-1}$ ) houve o maior ganho por área, aproximadamente 450 kg, já na menor taxa de lotação (2 animais  $ha^{-1}$ ) encontramos os menores valores de ganho por área (316 kg), resultados inversos aos observados nos ganhos de peso por animal por dia. Na taxa de lotação intermediária (3 animais  $ha^{-1}$ ) observou-se o mesmo ocorrido para o ganho por animal, onde os animais na pastagem consorciada obtiveram um maior ganho de peso de 36 kg  $ha^{-1}ano^{-1}$  em comparação com a pastagem de *B. humidicola* em monocultura.

**Tabela 3:** Ganho de peso vivo por hectare por ano (kg PV  $ha^{-1} ano^{-1}$ ) em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultura e consorciada com *Desmodium ovalifolium* sob três taxas de lotação no sul da Bahia; média de 9 animais por tratamento.

Pastagem	Taxa de lotação	Ano					
		1988	1990	1992	1993	1994	1995
	Animais $ha^{-1}$	kg PV $ha^{-1} ano^{-1}$					
<i>B. humidicola</i>	2	322	310	295	248	361	362
	3	473	373	377	336	416	424
	4	556	359	384	394	499	504
	Média	450 Aa	347 BCa	352 BCa	326 Ca	425 ABa	430 ABa
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	311	311	299	266	353	364
	3	539	396	373	390	437	481
	4	516	440	422	408	277	555
	Média	455 Aa	382 Ba	365 Ba	355 Ca	356 Ca	467 Aa
Coef. Variação (%)		23,6					

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste Tukey  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$  respectivamente.



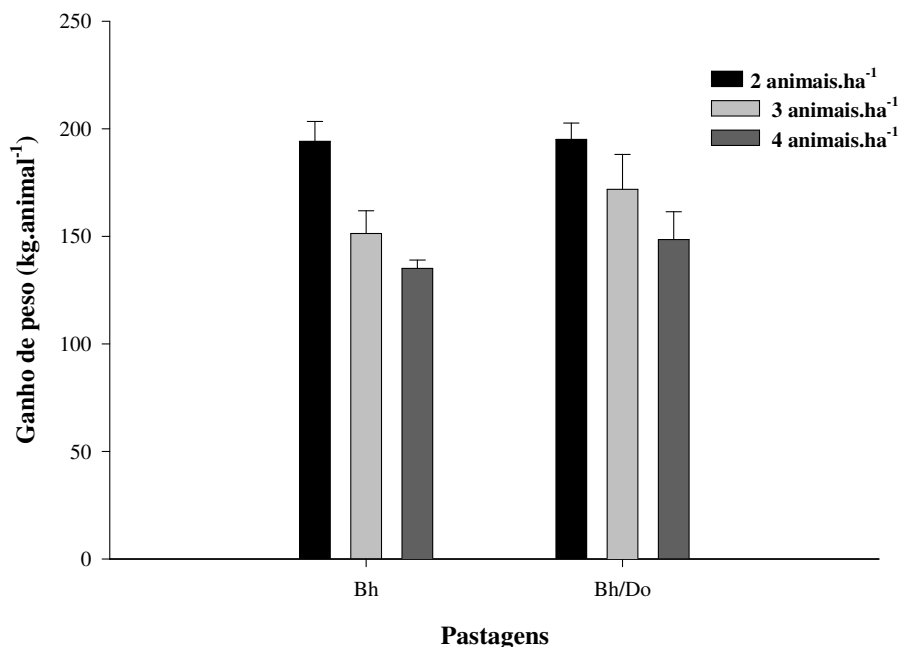
**Figura 4:** Ganho de peso animal (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) nas pastagens de *B. humidicola/ D. ovalifolium* e *B. humidicola* em monocultura, médias de 6 períodos (1988 - 1995).

A partir dos resultados do desempenho animal apresentados durante os 9 anos de pastejo, pode-se destacar a sustentabilidade que o sistema adotado proporcionou, pois apesar de exportar do sistema em média cerca de 2.330 e 2.380 kg de peso vivo por hectare das pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium*, respectivamente, não houve queda de produção durante o período avaliado (Tabela 3).

No manejo adotado das pastagens, foi efetuada apenas uma adubação de manutenção com P e K, em cinco épocas distintas durante 1988 a 1997, foram aplicados, sem nunca ter sido adicionado nitrogênio, além do fato que o estoque de N do solo não foi alterado com os 9 anos de pastejo nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura (Tarré et al., 2001). A sustentabilidade da produção provavelmente foi devida à fixação de nitrogênio (FBN) pela gramínea que, segundo Boddey & Vitoria (1986), pode chegar a 30-45 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Já nas pastagens de *B. humidicola* consorciada com a leguminosa *D. ovalifolium* essa sustentabilidade, segundo Alves et al. (2000), é devida à leguminosa que apresentou cerca de 40 a 60% do seu N derivado da FBN, acarretando assim um maior “input” de N nas pastagens consorciadas.

Avaliando o ano de 1995 individualmente, os resultados médios de ganho de peso vivo por animal tiveram diferenças significativas nos tratamentos avaliados (Figura 5). Os animais nas menores taxas (2 e 3 animais ha<sup>-1</sup>) obtiveram um maior desempenho de ganho em relação aos animais da maior taxa (4 animais ha<sup>-1</sup>). Esse maior desempenho nas menores taxas é devido à maior seletividade dos animais em pastejo pela forragem em oferta nessas áreas. De acordo com Pereira et al. (1992), a presença da leguminosa não provocou um maior benefício

no desempenho animal, provavelmente devido à sua baixa digestibilidade e conseqüentemente baixo consumo.



**Figura 5:** Média de ganho de peso total por animal durante o período de 1995 sob pastejo em diferentes tipos de pastagens, média de 9 animais.

### 2.5.2. Consumo Animal

O consumo animal voluntário de matéria seca foi estimado de forma indireta, através da produção fecal (método indireto) e da digestibilidade “in vitro” da matéria seca (Pereira, 1991; Pereira et al. 1992<sup>b</sup>; Minson, 1990).

Os resultados da digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da forragem consumida (extrusa) e a produção fecal estimada pela técnica do indicador externo (óxido crômico) estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Na média das duas épocas do ano as pastagens de *B. humidicola* em monocultura apresentaram valores médios de DIVMS de 62,1; 60,4 e 58,3% para as taxas de lotação de 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses valores foram similares aos encontrados por Pereira et al. (1992<sup>b</sup>), estudando nesse mesmo sítio experimental, com valores oscilando entre 60 e 65%.

Os valores DIVMS nas pastagens consorciadas foram significativamente ( $P < 0,05$ ) inferiores aos valores encontrados para pastagem em monocultura, com valores de 55,4; 52,1 e 50,1% para as taxas 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores esses que foram superiores aos encontrados por Pereira et al. (1992<sup>b</sup>), que oscilaram entre 34 a 50% nesse mesmo sítio experimental.

A presença da leguminosa *D. ovalifolium* na dieta diminuiu em aproximadamente 13% a digestibilidade da forragem selecionada consumida, esse declínio é devido ao alto teor de taninos, que é comum na espécie estudada (Pereira et al. 1992; Lascano & Euclides, 1996; Macedo, 1999).

De acordo com a literatura, não há muita diferença entre a digestibilidade de gramíneas e leguminosas tropicais (Minsom, 1990), mas no caso das pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium* os valores encontrados para esta leguminosa foram mais baixos, embora estejam coerentes com os obtidos por Lourenço & Lascano (1988).



Com as concentrações de óxido cromo encontrado nas fezes obteve-se os valores de produção de fezes nas duas épocas de avaliação, onde a taxa de lotação não influenciou na produção fecal, além de não ter havido diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as pastagens estudadas (Tabelas 4 e 5).

Com os resultados da digestibilidade e da produção fecal estimada através da técnica do óxido crômico foi calculado o consumo de matéria seca. Este foi afetado negativamente pela presença da leguminosa *D. ovalifolium* na pastagem ( $p < 0,05$ ), o qual foi em média, 20% menor para a taxa de lotação 2 animais  $ha^{-1}$  nas duas épocas de amostragem (Tabelas 4 e 5). Esse menor consumo no consórcio pode ser explicado pela presença dos taninos, responsáveis pela baixa palatabilidade da leguminosa (Pereira, 1991; Lascano, 1999; Macedo et al., 1999). Os valores do consumo animal obtidos por Pereira (1991) foram inferiores aos nesse estudo.

**Tabela 4:** Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da extrusa, produção fecal e forragem em oferta consumida por bovinos submetidos a 3 diferentes taxas de lotação, no mês de agosto de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais $ha^{-1}$	Parâmetros		
		DIVMS ** da extrusa %	Produção <sup>NS</sup> Fecal kg animal $dia^{-1}$	Consumo MS*
<i>B. humidicola</i>	2	61,6 (a) <sup>1</sup>	4,09	10,7 (a)
	3	58,6 (ab)	3,37	8,4 (c)
	4	57,2 (bc)	3,20	9,4 (ab)
	Média	59,1 (A)	3,45	9,5 (A)
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	54,2 (cd)	3,94	8,6 (bc)
	3	51,9 (d)	4,76	9,9 (ab)
	4	50,5 (d)	4,40	8,9 (bc)
	Média	52,2 (B)	4,37	9,1 (A)
Coef. Variação (%)		7,3	20,5	21,8

<sup>1</sup> - Médias seguidas de letras maiúsculas e minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey.

\* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ) e <sup>NS</sup> (não significativo).

**Tabela 5:** Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da extrusa, produção fecal e consumo de matéria seca da forragem em oferta por bovinos submetidos a diferentes taxas de lotação, no mês de novembro de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais $ha^{-1}$	Parâmetros		
		DIVMS da extrusa %	Matéria Seca Fecal kg animal $dia^{-1}$	Consumo de MS
<i>B. humidicola</i>	2	62,7 (a) <sup>1</sup>	4,14	10,7 (a)
	3	62,3 (a)	3,78	8,4 (bc)
	4	59,5 (ab)	4,08	9,3 (ab)
	Média	61,5 (A)	4,00	9,4 (A)
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	56,6 (b)	3,73	8,6 (b)
	3	52,3 (c)	4,15	8,7 (b)
	4	49,7 (c)	3,57	7,1 (c)
	Média	52,9 (B)	3,82	8,1 (A)
Coef. Variação (%)		7,9 **	17,0 <sup>NS</sup>	23,7 *

<sup>1</sup> - Médias seguidas de diferentes letras maiúscula e minúsculas nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey.

\* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ) e <sup>NS</sup> (não significativo).

### 2.5.3. Proporção de Gramínea e Leguminosa na Dieta pela Técnica de Abundância Natural de $^{13}\text{C}$

No ano de 1988, Pereira (1991) nessa mesma área experimental fez a identificação da proporção de leguminosa nas extrusas através da técnica dos 100 pontos com o auxílio da microscopia ótica.

Para saber a proporção de *B. humidicola* (gramínea) e *D. ovalifolium* (leguminosa) na dieta selecionada por bovinos esôfago-fistulados (extrusa) utilizou-se a técnica da abundância natural do  $^{13}\text{C}$ , para estimar a proporção de espécies de ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ . Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtidos para a leguminosa *D. ovalifolium* pura foi de  $-28,6\text{‰}$ , e para a gramínea *B. humidicola*, em monocultura o valor médio foi de  $-11,8\text{‰}$ . Com esses valores e os obtidos da extrusa dos bovinos em pastejo das pastagens consorciadas, calculou-se a percentagem de leguminosa presente na dieta selecionada.

A análise da abundância natural de  $\delta^{13}\text{C}$  para a caracterização do material em oferta consumido (extrusas) pelos animais em pastejo, apresentou diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre as pastagens, com valores médios para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura de  $-11,8\text{‰}$  para as épocas de agosto e novembro de 1995 (Tabelas 6 e 7), valor esse correspondente ao obtido por Jones & Lascano (1992) para o gênero *Brachiaria sp.* ( $-11,8\text{‰}$ ).

A presença da leguminosa *D. ovalifolium* nas pastagens consorciadas fez com que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  ficassem mais negativos. Os valores oscilaram de  $-15,49$  a  $-18,89\text{‰}$  (média de  $-17,6\text{‰}$ ) e  $-17,34$  a  $-20,89\text{‰}$  (média de  $-19,5\text{‰}$ ), para as épocas de agosto e novembro de 1995 respectivamente, variando da taxa 2 até 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ . Esses valores de  $\delta^{13}\text{C}$  foram significativamente diferentes ( $p < 0,01$ ) entre a menor (2 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) e as maiores taxas (3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ).

Desde a formação das pastagens em 1988, a proporção de leguminosa no material em oferta foi sempre menor nas taxas de lotações mais altas (Pereira et al., 1992; Rezende et al., 1999) sendo 31, 13 e 32% nas taxas 2, 3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente, em agosto de 1995 e 43, 14 e 38% em novembro de 1995 (Tarré, 2000).

Com o valor de  $\delta^{13}\text{C}$  da leguminosa *D. ovalifolium* ( $-26,6\text{‰}$ ) obtido por Macedo (1999), trabalhando com o mesmo cultivar da leguminosa utilizada nesse experimento, e os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da extrusa dos animais fistulados nas pastagens consorciadas, procedeu-se os cálculos da contribuição dessa leguminosa na dieta selecionada (extrusa) dos animais em pastejo. Nas taxas de lotações mais altas (3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) as proporções da leguminosa na forragem consumida estiveram em torno de 45 e 49% da matéria seca consumida em agosto e 56 a 62% em novembro de 1995, respectivamente (Tabelas 6 e 7). Apesar da maior proporção da leguminosa na forragem em oferta na menor taxa de lotação (2 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) (Rezende et al., 1999), a proporção da leguminosa selecionada pelos bovinos foi maior nas maiores taxa (3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ). Isso se deve ao fato que na menor taxa de lotação houve um pastoreio seletivo das espécies disponíveis, o que favoreceu a seletividade da *B. humidicola*, em detrimento ao *D. ovalifolium*.

Diferentemente do ocorrido em 1988 nas maiores taxas de lotação (3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ), em ambas as épocas do ano, houve uma menor contribuição da leguminosa na dieta dos animais na menor taxa de lotação (2 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) com valores de 26,5 e 38,7% para os meses de agosto e novembro de 1995, respectivamente (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 6:** Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e % da leguminosa da extrusa selecionada por bovinos esôfago-fistulados submetidos a diferentes taxas de lotação, em agosto de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais ha <sup>-1</sup>	Extrusa	
		$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Leguminosa %
<i>B. humidicola</i>	2	-11,5 (a) <sup>1</sup>	-
	3	-11,6 (a)	-
	4	-12,3 (a)	-
	Média	-11,8 (A)	-
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	-15,5 (b)	26,5 (b)
	3	-18,3 (c)	45,1 (a)
	4	-18,9 (c)	48,9 (a)
	Média	-17,6 (B)	40,2
Coef. Variação (%)		14,0**	8,2*

<sup>1</sup> - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste Tukey.

\* (p<0,05) e \*\* (p<0,01)

**Tabela 7:** Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e % da leguminosa da extrusa selecionada por bovinos esôfago-fistulados submetidos a diferentes taxas de lotação, em novembro de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais ha <sup>-1</sup>	Extrusa	
		$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Leguminosa %
<i>B. humidicola</i>	2	-11,5 (a)	-
	3	-11,6 (a)	-
	4	-12,4 (a)	-
	Média	-11,8 (A)	-
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	-17,3 (b)	38,7 (b)
	3	-20,0 (c)	56,4 (a)
	4	-20,9 (c)	62,2 (a)
	Média	-19,4 (B)	52,4
Coef. Variação (%)		15,0 **	11,9*

<sup>1</sup> - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste Tukey. \* (p<0,05) e \*\* (p<0,01)

No período de avaliação de novembro de 1995, maiores valores na percentagem de leguminosa da extrusa foram encontrados nas 3 taxas de lotação, quando comparado com o período de agosto de 1995. Esse fato foi atribuído à gramínea *Brachiaria humidicola* que nessa época do ano estava em fase de floração, sendo mais rejeitada pelos animais em pastejo, aumentando assim a participação da leguminosa na dieta consumida. Na média das duas avaliações, a percentagem de leguminosa na dieta animal das pastagens consorciadas ficou em torno de 33, 51 e 56% para as taxas de 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 2.6. CONCLUSÕES

Nas pastagens consorciadas o consumo de matéria seca foi afetado negativamente pela presença da leguminosa *D. ovalifolium*, fato esse devido à sua baixa palatabilidade.

Apesar da baixa palatabilidade do *D. ovalifolium*, a proporção da leguminosa na dieta consumida foi bastante significativa, sendo maior nas taxas de lotação elevadas onde a seletividade dos animais foi mais restrita, apesar de que, na taxa de lotação menor, havia uma maior proporção da leguminosa na forragem em oferta.

Após 9 anos de pastejo contínuo as pastagens cultivadas de *Brachiaria humidicola* em monocultura e consorciadas com *D. ovalifolium* mantiveram o ganho de peso animal satisfatório, mostrando uma boa sustentabilidade da produção animal.

A taxa de lotação de 4 animais ha<sup>-1</sup> proporcionou em média nos anos um acréscimo de 1,2 arrobas a mais na pastagem consorciada em relação à pastagem de *B. humidicola* em monocultura.

### **3. CAPÍTULO II -**

**EFEITO DA INTENSIDADE DE PASTEJO E DA LEGUMINOSA  
FORRAGEIRA *Desmodium ovalifolium* NA DINÂMICA DO  
FÓSFORO EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola* NO SUL DA  
BAHIA**

### 3.1. RESUMO

Para justificar a sustentabilidade das pastagens de *Brachiaria sp.* mantendo-se um ganho de peso vivo satisfatório por vários anos, a fertilização com P e K, aliada a um adequado manejo das pastagens, é necessária e viável economicamente. No entanto, a prática mais comum adotada nas fazendas pecuárias é manter uma elevada taxa de lotação, que com o passar dos anos acarreta o declínio das pastagens. Este estudo foi conduzido no bioma de Mata Atlântica no extremo Sul do Estado da Bahia, com o objetivo de avaliar o efeito da introdução da leguminosa forrageira *Desmodium ovalifolium* na dinâmica do fósforo em pastagens de *B. humidicola* em monocultura, sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) numa pastagem com 9 anos de pastejo contínuo por bovinos de corte azebuados. As altas taxas de lotação provocaram uma diminuição na proporção de leguminosas na forragem em oferta das pastagens, entretanto em todas as taxas de lotação a concentração de P na gramínea verde e seca da forragem em oferta e da liteira foi maior nas pastagens consorciadas. A taxa de decomposição muito rápida, cerca de 0,081 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, acarretou uma deposição anual de P pela liteira entre 13,7 e 13,2 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P. Nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura, o aumento na taxa de lotação de 2 para 3 animais ha<sup>-1</sup> causou um decréscimo de 11% na reciclagem de P pela liteira; aumentando essa taxa de lotação para 4 animais ha<sup>-1</sup> a reciclagem de P diminuiu em 6%. Provavelmente essas altas taxas de lotação provocam um declínio das pastagens devido à menor adição de P ao sistema solo. A presença da leguminosa nas pastagens não provocou um aumento significativo na reciclagem de P pela deposição da liteira.

**Palavras - chave:** Liteira. Pastagem consorciada. Reciclagem de nutrientes.

### 3.2. ABSTRACT

It has been shown that with careful grazing management and addition of P and K, but not N, fertilizers, *Brachiaria* pastures are able to maintain sustainable live weight gains over many years. To generate an understanding of the mechanism of pasture decline and possible management options to mitigate this process, a study was performed in the Atlantic forest region of the south of Bahia State to study the P dynamics in pastures of *Brachiaria humidicola* subject to three different stocking rates of beef cattle with, and without the presence of the forage legume *Desmodium ovalifolium*. The rate of decomposition was very rapid ( $k \sim -0.081 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and annual rates of P turnover through the litter pathway were between 13.7 and 13.2 kg P ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In the grass-only pastures, as stocking rate increased from 2 to 3 head ha<sup>-1</sup>, P recycled in the litter decreased by 11%, but a further increase to 4 head ha<sup>-1</sup> decreased P recycling by 6% suggesting that beyond a certain critical level higher grazing stocking rates would lead to pasture decline if there was no P addition. High stocking rates decreased the proportion of the legume in the sward, but at all rates the concentration of P in both the green and dead grass in the forage on offer and in the litter was higher in the mixed sward. The presence of the legume in the litter no resulted in increases in P recycled via litter deposition.

**Keywords:** Litter. Mixed grass. Nutrient cycling.

### 3.3. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica originalmente ocupava uma área de aproximadamente 90 milhões de hectares, abrangendo uma ampla faixa litorânea entre os estados do Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte (Pereira et al., 1995). Foi a partir dos anos 70 com a construção da rodovia BR 101 que grande parte dessa floresta original foi derrubada, restando atualmente no Sul da Bahia somente cerca de 6% da área original encontrada em 1945 (Mendonça, 1994).

Com a introdução nos sistemas pastoris de espécies exóticas mais produtivas como as do gênero *Brachiaria* e *Panicum* em relação aos gêneros existentes na época (*Hyparrhenia* e *Melinis*), permitiu-se um incremento da produtividade por área nesses sistemas. Porém a falta de uma preocupação com o incremento da produção levou esta atividade a um manejo inadequado do sistema solo-planta-animal, acarretando um desbalanço na ciclagem dos nutrientes, tendo como consequência o processo de degradação das pastagens. Degradação essa que por sua vez implica em diminuição da produtividade e em alguns casos levando a problemas ambientais.

Existem quatro componentes básicos que influenciam o funcionamento do sistema de pastagens. 1- A comunidade de plantas influenciando na competição por nutrientes, distribuição e morfologia das raízes para o crescimento ótimo e longevidade das plantas. 2- A comunidade animal, que influencia o tipo de pastejo e o tipo de deposição das excretas, podendo afetar a eficiência da ciclagem dos nutrientes minerais. 3- Alguns submodelos de ciclagem consideram as interações microbianas que incluem antagonismos e sinergismos, que podem resultar em combinações de espécies particulares no solo. 4- O outro componente é o homem, que administra o sistema através de práticas de manejo, incluindo fertilização, irrigação, movimento de animais, colheita, entre outros (Wilkinson & Lowrey, 1973).

Visando aumentar a produtividade das pastagens, tem se adotado a utilização de fertilizantes, corretivos, consórcios com outras espécies (leguminosas), e outras técnicas como alternativa para o manejo intensivo, onde existe a tendência de se encurtar o ciclo e aumentar a utilização de biomassa vegetal, e consequentemente aumentar a extração de nutrientes. Assim, torna-se de fundamental importância o conhecimento das taxas de entrada, saída e translocação dos nutrientes no sistema, para que sejam traçadas estratégias de manejo visando fornecer o suprimento adequado de nutrientes e aumentar a sustentabilidade do sistema.

Uma das vias mais importantes de ciclagem de nutrientes em pastagens é aquela que se dá através da decomposição dos resíduos vegetais (serapilheira). Um manejo da forrageira que mantenha uma boa cobertura do solo refletirá favoravelmente em um bom aporte de resíduos vegetais ao solo, melhorando assim suas características físicas, químicas e biológicas.

A compreensão dos fatores que regulam a decomposição dos resíduos vegetais assume importante papel na busca pelo manejo sustentável, principalmente em sistemas de pastagens tropicais, pois um dos principais fatores que provocam o decréscimo da produtividade das pastagens é a deficiência de fósforo (Oliveira et al., 2004); sendo assim, a ciclagem de fósforo no sistema solo/planta/animal é extremamente dependente do retorno de restos vegetais ao solo.

O objetivo do presente estudo foi quantificar o balanço de fósforo e sua reciclagem através dos resíduos vegetais (liteira ou serapilheira) em pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com *D. ovalifolium* sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>), durante os meses de janeiro a dezembro de 1995, numa região pertencente ao bioma de Mata Atlântica no extremo sul da Bahia, Brasil.



## 3.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.4.1. Área e Delineamento Experimental

A área experimental foi a mesma utilizada para o experimento do capítulo 1, estando mais bem descrita em seu material e métodos; maiores detalhes podem ser obtidos em Pereira (1991).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos (sendo duas pastagens e três taxas de lotação) com três repetições, formando um fatorial 2 x 3, conforme citado no capítulo 1 (Material e Métodos).

### 3.4.2. Coleta de Material

#### a) Forragem em oferta

A forragem em oferta foi coletada de 10 áreas de 1 m<sup>2</sup> cada, por piquete (10 repetições por piquete, ou seja 30 repetições por tratamento), selecionadas ao acaso com o auxílio de um quadrante de ferro de 1,20 x 1,0 m; essa maior metragem quadrada (1,2 m<sup>2</sup>) se deve à área de bordadura na hora da coleta.

O material coletado foi pesado fresco e triado, onde foi feita manualmente uma separação botânica entre invasora, gramínea e leguminosa quando se tratava de pastagem consorciada. Posteriormente fez-se a homogeneização do material e uma amostra de aproximadamente 1 kg dessa forragem em oferta foi separada, em material verde e material seco (folhas senescentes) para a fração gramínea; já para a fração leguminosa toda a massa colhida da leguminosa foi considerada como material verde, pois suas folhas senescentes não permanecem fixadas à planta como ocorre com as gramíneas. Essas amostras foram levadas a estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, para obtenção do peso seco. Após esse processo as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Wiley (20 mesh), homogeneizadas e agrupadas em amostras compostas (5 áreas (subamostras) ≡ 1 amostra composta), nas frações gramíneas verde, gramíneas seca, leguminosas e invasoras para serem submetidas à análise.

#### b) Liteira existente

A liteira existente nas pastagens corresponde à deposição de liteira menos a sua decomposição. As quantidades da liteira existente foram estimadas seguindo a metodologia de Bruce & Ebersohn (1982), onde a cada 28 dias foram feitas coletas em 10 pontos aleatórios (0,5 m<sup>2</sup>) por piquete, totalizando cerca de 30 amostras por tratamento, com o auxílio de um quadrante de ferro de 0,5 x 1,0 m. No momento da coleta, toda a liteira existente dentro do quadrante (0,5 m<sup>2</sup>) foi retirada da superfície do solo através de catação manual com as pontas dos dedos.

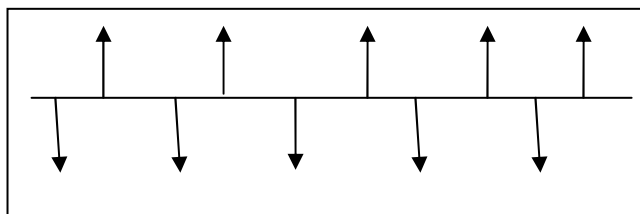
A liteira coletada foi levada para estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, em seguida foi retirada a fração pesada de solo aderida ao seu material, para posterior obtenção do peso seco. Do mesmo modo que para a forragem em oferta, foram feitas amostras compostas de 5 subamostras, que por sua vez foram moídas e submetidas à análise.

#### c) Liteira depositada

A liteira depositada sobre a superfície do solo foi determinada como descrito a seguir. No mesmo ponto onde foi feita a amostragem da liteira existente, uma área bordadura de 30 cm em volta do quadrante foi colhida e descartada, com o objetivo de se evitar uma possível contaminação lateral no momento da amostragem da liteira depositada após se passarem 14

dias. Em seguida essa área foi demarcada com auxílio de estacas grossas de madeira, com identificação e direção de deslocamento para posteriores coletas de liteira. A colocação dessas estacas teve como critério evitar áreas com presença de excretas (fezes ou urina), trilhas provocadas pelo deslocamento dos animais na pastagem, proximidade de bebedouro, saleiro e moirões, fatores esses que poderiam vir a influenciar na amostragem da liteira.

Inicialmente no tempo zero, foi feita a coleta da liteira encontrada, ou seja, a liteira existente encontrada em um ponto aleatório no piquete. A partir desta coleta com o auxílio de um quadrante de ferro de 0,5 m<sup>2</sup>, toda liteira encontrada 14 dias após, nessa área previamente demarcada, foi colhida e chamada de liteira depositada em 14 dias. Essa coleta foi realizada em 10 quadrantes fixos (0,5 x 1,0 m) pré-selecionados por piquete (30 por tratamento). Este procedimento foi repetido a cada vinte e oito dias, tendo sido os pontos sistematicamente deslocados ao longo de transeptos pré-determinados do centro para a extremidade dos piquetes, onde 10 novas áreas por piquete eram selecionadas para receber uma nova posição (Figura 6). As amostras da liteira foram secadas em estufa (65°C) por 72 horas, para a retirada de resíduos de solo aderidos ao material, através de peneiramento, e em seguida pesada para determinação do peso seco. Do mesmo modo que para a forragem em oferta, foram feitas amostras compostas de 5 subamostras que foram moídas e submetidas à análise.



**Figura 6:** Visão dos 10 pontos pré-escolhidos na pastagem, mostrando sua direção de deslocamento após cada coleta.

### 3.4.3. Análises

As amostras de forragem em oferta e suas frações (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras), como também a liteira existente e depositada, foram analisadas no laboratório de solos da Embrapa-Agrobiologia, segundo o método proposto por Tedesco et al. (1995) para determinação dos teores de fósforo na matéria seca, por digestão nitro-perclórica e posterior leitura em espectrofotômetro.

Análises de nitrogênio total, carbono total,  $\delta^{13}\text{C}$  e cinzas, foram realizadas nesse mesmo material da liteira e foram apresentadas em outras publicações como Tarré (2000), Tarré et al. (2001) e Cantarutti et al. (2002).

### 3.4.4. Cálculos realizados

#### a) Conteúdos de fósforo

Os conteúdos de fósforo da forragem em oferta e da liteira existente e depositada foram expressos em gramas por metro quadrado (g m<sup>-2</sup>), obtido a partir do produto do peso seco da massa de forragem e liteira pelos seus respectivos teores de fósforo.

#### b) Deposição de fósforo na liteira

Conforme relatado por Rezende et al. (1999), a estimativa da deposição de liteira anual foi calculada pela correção da meia-vida da liteira através da correta estimativa da constante de decomposição “k” da liteira, pela aplicação de uma função exponencial simples.

A meia-vida da liteira de uma pastagem é o índice que integra basicamente os fatores qualidade do material, clima e solo. Este índice é calculado a partir da constante de

decomposição “k” da liteira da pastagem, utilizando-se do emprego da metodologia de amostragem de liteira existente e liteira depositada em 14 dias.

No entanto, devido à ocorrência simultânea de deposição e decomposição, a estimativa da constante de decomposição “k” pelo método proposto subestima os resultados obtidos. A partir do conhecimento da liteira depositada nos pontos fixos e da liteira existente nos pontos aleatórios, é possível calcular uma constante de decomposição “k” corrigida em relação ao tempo, isso já que a liteira colhida em 14 dias já havia sofrido algum tipo de decomposição durante esse período de tempo.

A variação da massa de liteira de uma pastagem (X) que se deposita ao longo de um período de tempo (t) pode ser descrita pela equação 1:

$$dX/dt = L - X.k \dots\dots\dots\text{Eq. (1)}$$

Onde:

dX = representa a variação da massa de liteira em um intervalo de tempo (dt);

L = taxa de deposição de liteira;

X = conteúdo de P da liteira em um tempo t;

k = constante de decomposição da liteira.

Através do emprego de amostragem de liteira da pastagem em pontos aleatórios (liteira existente), no trabalho de Rezende et al., (1999) observou-se uma condição especial em que a massa de liteira existente foi constante ao longo do ano (definida como  $X_{eq}$ ), o que permite expressar a taxa de deposição da liteira (L) na equação 2 como sendo:

$$L = X_{eq}.k \dots\dots\dots\text{Eq. (2)}$$

Onde:

k = constante de decomposição da liteira ( $g\ g^{-1}\ \text{dia}^{-1}$ ).

Substituindo a equação 2 em 1, encontra-se que:

$$dX/dt = X_{eq}.k - X.k \dots\dots\dots\text{Eq. (3)}$$

Reestruturação da equação 3:  $dX/dt = k.(X_{eq}-X)$

$$dX/(X_{eq}-X) = k.dt \dots\dots\dots\text{Eq. (4)}$$

Integrando a equação 4 para um tempo  $t_0$  a  $t_N$ ,

$$\int_0^N dX/(X_{eq}-X) = \int_0^N k.dt \dots\dots\dots\text{Eq. (5)}$$

Resolvendo a equação 5, obtemos a equação 6 que:

$$-[\ln (X_{eq}-X_N) - \ln (X_{eq}-X_0)] = k(t_N-t_0), \dots\dots\dots\text{Eq. (6)}$$

Quando  $t_0 = 0$ ,  $X_0 = 0$ , teremos então a equação 7:

$$\ln (X_{eq}-X_N) - \ln (X_{eq}) = -k.t_N, \text{ ou:}$$

$$k = -\ln [(X_{eq}-X_N)/X_{eq}] / t_N \dots\dots\dots\text{Eq. (7)}$$

Os verdadeiros valores para a decomposição da constante “k” corrigidos para o desaparecimento da liteira durante o período de 14 dias de deposição, foram obtidos substituindo  $X_{eq}$  pelos valores de fósforo da liteira existente ( $LE_{P0}$ ) em  $g\ m^{-2}$ , e  $X_N$  pelos valores de fósforo da liteira depositada em 14 dias ( $LD_{P14}$ ), com um período de  $t_N$  dias ( $t_N = 14$ ), obtendo a equação 8:

$$k = -\ln [(LE_{P0}-LD_{Pt})/LE_{P0}]/ 14 \dots\dots\dots Eq. (8)$$

### c) Meia-vida do fósforo da liteira

A meia vida ( $t_{1/2}$ ) em dias do fósforo da liteira foi calculada segundo a equação 9 (Eq. 9):

$$t_{1/2} = \ln(2)/k \dots\dots\dots Eq. (9)$$

### 3.4.5. Balanço de Fósforo

Os balanços de fósforo nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada *D. ovalifolium* foram obtidos com os seguintes dados:

- i- consumo de matéria seca de forragem pelos bovinos em pastejo (Tabelas 4 e 5) e os respectivos teores de fósforo na matéria seca das extrusadas (Tabela 12), fornecendo assim a quantidade total de fósforo consumida pelos bovinos.
- ii- ganho de peso vivo animal durante o ano (Tabela 3) e a quantidade de fósforo exportado na carcaça dos animais, dado esse obtido por estimativa de acordo com Wilkinson & Lowrey (1973), onde para o fósforo cerca de  $6,76\ g\ kg^{-1}$  é exportado na carcaça.
- iii- produção fecal (Tabelas 4 e 5) e os seus respectivos teores de fósforo.

A urina dos animais em pastejo nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciadas não foi coletada por dificuldades operacionais na amostragem.

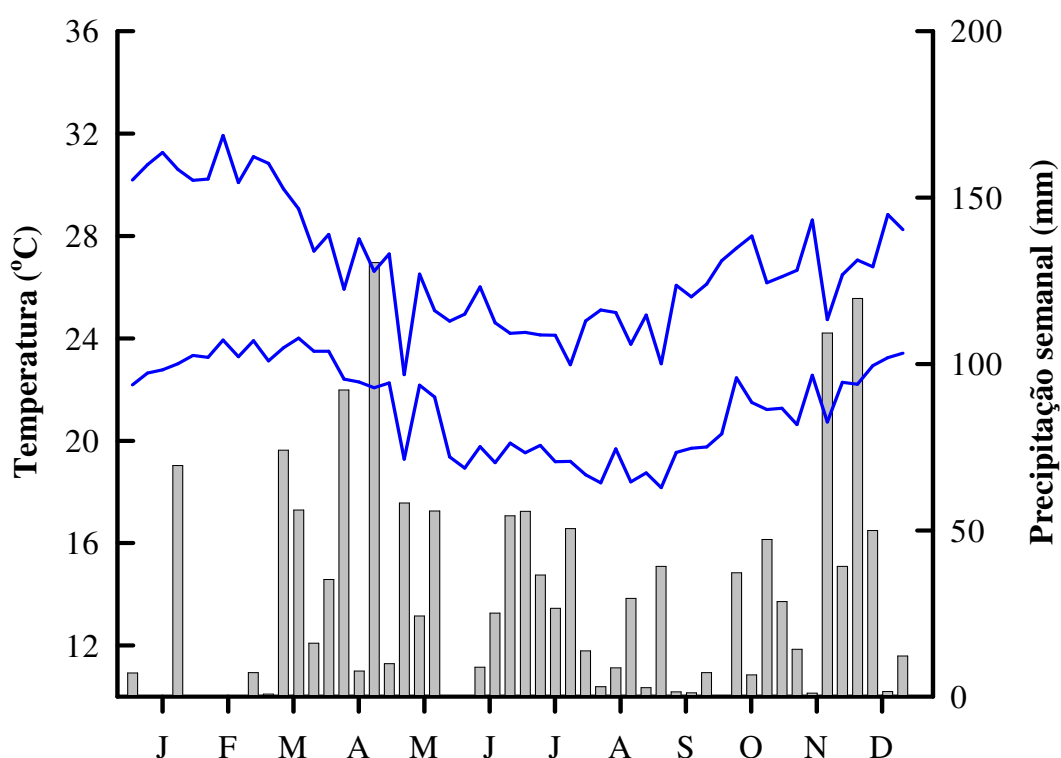
### 3.4.6. Análise Estatística

As análises estatísticas da diferença entre as médias das duas pastagens (monocultura e consórcio) e as taxas de lotação foram realizadas utilizando-se ANOVA. Os dados da concentração de fósforo na liteira depositada e existente e o fósforo depositado e existente na liteira ( $g\ m^{-2}$  de P) em relação à sua distribuição nos meses, apresentaram distribuição normal (Teste de Lilliefors). Na análise da variância dos dados essa também foi homogênea (Teste de Bartlett), de acordo com o programa estatístico SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (Euclides, 1983).

### 3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição climática da precipitação semanal e as médias das temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental, de janeiro a dezembro do ano de 1995, obtidos da estação meteorológica localizada dentro da ESSUL estão apresentadas na Figura 7. A precipitação acumulada durante o período experimental foi de aproximadamente 1.478 mm, as médias mensais das temperaturas máxima e mínima foram de 29° C e 19° C, respectivamente, encontrando-se valores mais baixos no período do inverno, onde a temperatura média anual foi de 24° C.

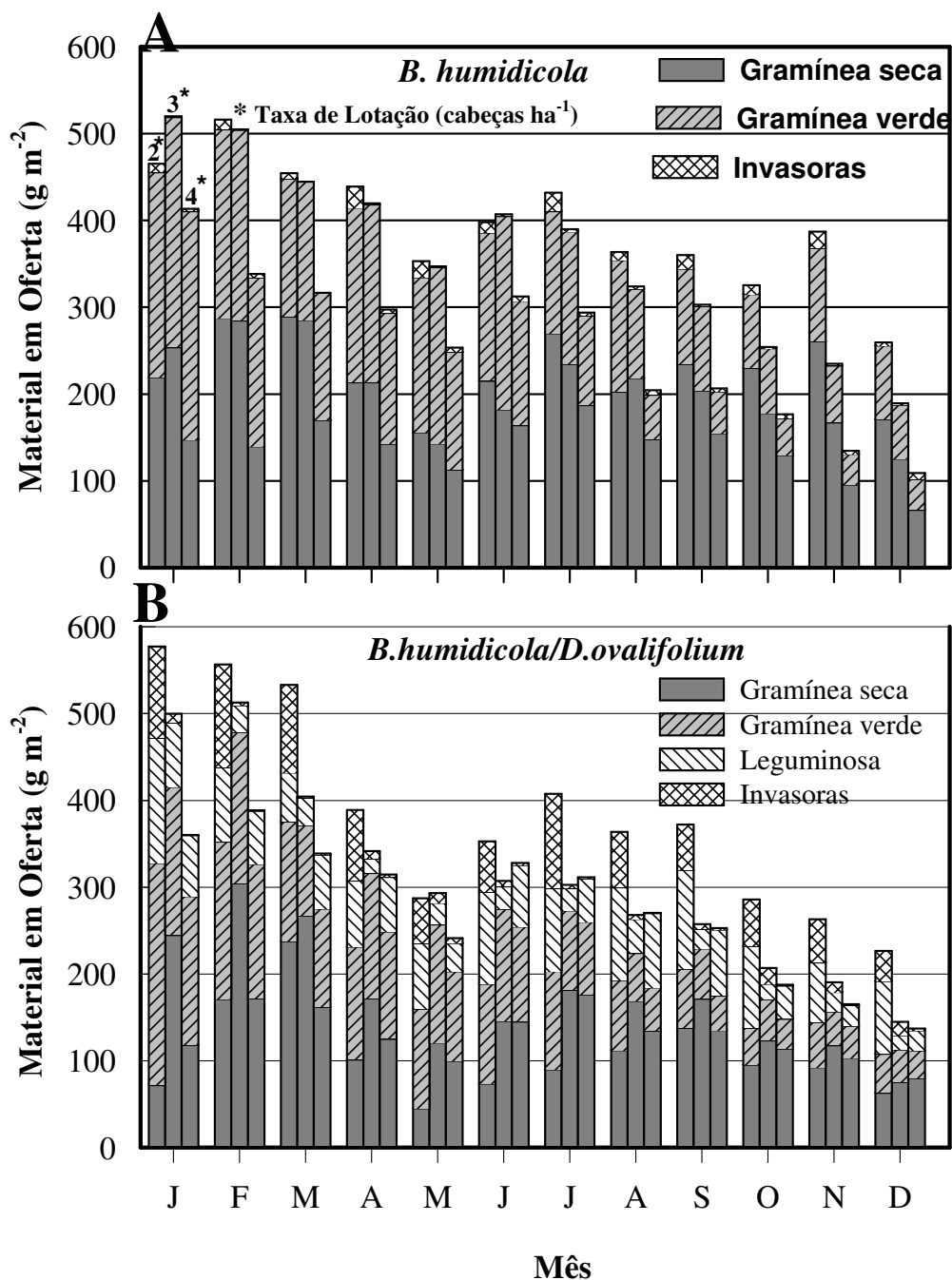
É importante observar que entre os meses de janeiro a março do ano de 1995 a região sofreu uma estiagem marcante, caracterizando um veranico severo que influenciou grandemente na maior deposição de liteira durante esse período do ano.



**Figura 7:** Médias semanais da precipitação e das temperaturas máximas e mínimas da Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia (CEPLAC-ESSUL) no período de janeiro a dezembro de 1995.

### 3.5.1. Forragem em Oferta

Os dados de produção de matéria seca das diversas frações da forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras) nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciado com *D. ovalifolium* durante os meses de janeiro a dezembro do ano de 1995, estão apresentados na Figura 8.



**Figura 8:** Composição botânica do material em oferta nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura (A) e *B. humidicola* consorciado com *D. ovalifolium* (B) de janeiro a dezembro do ano de 1995, sob três diferentes taxas de lotação.

Tarré (2000), estudando a ciclagem de nitrogênio nessa mesma área experimental, observou que a proporção da leguminosa na forragem em oferta foi relacionada negativamente com a taxa de lotação, atingindo aproximadamente uma média de 31, 10 e 20% de *D. ovalifolium* nas taxas de 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 8). Essa maior proporção na taxa de lotação mais alta (4 animais ha<sup>-1</sup>), foi atribuída a um replantio da leguminosa *D. ovalifolium* em 2 parcelas desse tratamento no ano de 1994 (Cantarutti, 1996).

**Tabela 8:** Percentagem da leguminosa *D. ovalifolium* na forragem em oferta e na liteira das pastagens consorciadas, em 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) durante o ano de 1995. Média de 30 repetições por taxa.

Taxa de Lotação	% de leguminosa					
	2		3		4	
	animais ha <sup>-1</sup>					
Mês	Liteira*	F. oferta <sup>¶</sup>	Liteira	F. oferta	Liteira	F. oferta
Jan	61,0	30,5	14,0	15,1	12,6	19,4
Fev	55,5	19,5	35,2	6,0	42,1	15,7
Mar	57,7	13,1	15,4	7,8	23,7	18,4
Abr	57,1	24,7	15,1	4,9	10,7	20,1
Mai	51,3	32,1	29,2	8,8	15,6	13,9
Jun	46,6	35,9	17,5	8,6	14,0	21,8
Jul	50,4	31,9	22,8	8,6	10,8	16,1
Ago	54,3	35,7	19,4	15,0	7,0	31,7
Set	59,0	35,7	14,2	8,9	6,1	30,3
Out	35,8	40,6	20,8	9,4	15,0	20,4
Nov	46,3	32,2	36,2	12,5	12,0	14,7
Dez	49,8	43,8	18,8	12,8	13,2	17,2
Média	52,1	31,3	21,5	9,9	15,2	20,0

\*: a leguminosa presente na liteira depositada foi obtida pela técnica do  $\delta^{13}\text{C}$ .

¶: a leguminosa presente na forragem em oferta foi obtida por separação manual.

Os teores de fósforo nas diversas frações da forragem em oferta para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura ou consorciada com *D. ovalifolium* estão apresentados na Tabela 9. Conforme era de se esperar, tanto nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura como nas pastagens consorciadas com *D. ovalifolium*, os teores médios anuais de fósforo da gramínea seca foram de 0,33 e 0,34 g kg<sup>-1</sup> de P na MS respectivamente, sendo muito inferiores (P<0,01) aos da gramínea verde, com valores médios de 1,34 e 1,20 g kg<sup>-1</sup> de P na MS respectivamente. Esses dados demonstram claramente como as plantas possuem mecanismos para aumentar a eficiência de uso do fósforo, reciclando-o no interior da planta, passando dos órgãos mais velhos para os mais novos (Attiwill, 1980; Malavolta, 1986; Killingbeck, 1996).

Na gramínea verde em senescência a maior parte do fósforo foi retranslocado antes dela secar (gramínea seca) chegando a uma translocação de aproximadamente 75 e 72% para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com a leguminosa, respectivamente.

Para ambas as pastagens, o aumento na taxa de lotação influenciou no teor de fósforo da gramínea verde em oferta, onde nas maiores taxas de lotação (3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) encontrou-se os maiores teores de fósforo, com valores de 1,43 e 1,48 g kg<sup>-1</sup> de P na MS para a pastagem de *B. humidicola* em monocultura, e 1,35 e 1,28 g kg<sup>-1</sup> de P na MS para as pastagens consorciadas com *D. ovalifolium*, respectivamente (Tabela 9).

Já os dados dos teores de fósforo encontrados na leguminosa (0,73 g kg<sup>-1</sup> de P na MS) foram significativamente menores em relação à gramínea verde (Tabela 9), em relação à gramínea seca seus valores foram significativamente superiores (P<0,01).

**Tabela 9:** Teores de fósforo (g P kg<sup>-1</sup> MS) nos diferentes componentes da forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras) de pastagens exclusiva de gramíneas *B. humidicola* e consorciada com *D. ovalifolium*; média de 3 taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) e 3 repetições no ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais ha <sup>-1</sup>	Teores de P da forragem em oferta			
		Leguminosa	Gramínea verde	Gramínea seca	Invasoras
		----- g kg <sup>-1</sup> de P na MS -----			
<i>B. humidicola</i>	2	-	1,12	0,29	0,84
	3	-	1,43	0,31	0,98
	4	-	1,48	0,39	1,23
	Média	-	1,34 (A)a**	0,33 (C)a	1,02 (B)a
<i>B. humidicola</i> / <i>D. ovalifolium</i>	2	0,70	0,98	0,34	0,72
	3	0,81	1,35	0,37	0,95
	4	0,68	1,28	0,31	1,35
	Média	0,73 (C)*	1,20 (A)b	0,34 (D)a	1,01 (B)a
Coef. Variação (%)		6,2			

\* médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey (P < 0,01).

\*\* médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey (P < 0,01).

Os teores médios de fósforo na gramínea verde do material em oferta das pastagens de *B. humidicola* em monocultura (1,34 g kg<sup>-1</sup> de P na MS) foram superiores aos das pastagens de *B. humidicola* consorciada com a leguminosa *D. ovalifolium* (1,2 g kg<sup>-1</sup> de P na MS) (Tabela 9), fato esse que pode ser atribuído a maior limitação do nitrogênio para a gramínea presente na pastagem em monocultura (Cantarutti et al., 2002), acarretando uma maior concentração do fósforo na matéria seca.

Os valores de P encontrados na gramínea verde em ambas as pastagens foram bem próximos aos encontrados por Buschbacher (1987), estudando fluxo de nutrientes em pastagens de *B. decumbens* no Pará, onde encontrou um valor médio de 1,1 g kg<sup>-1</sup> de P na MS.

### 3.5.2. Liteira

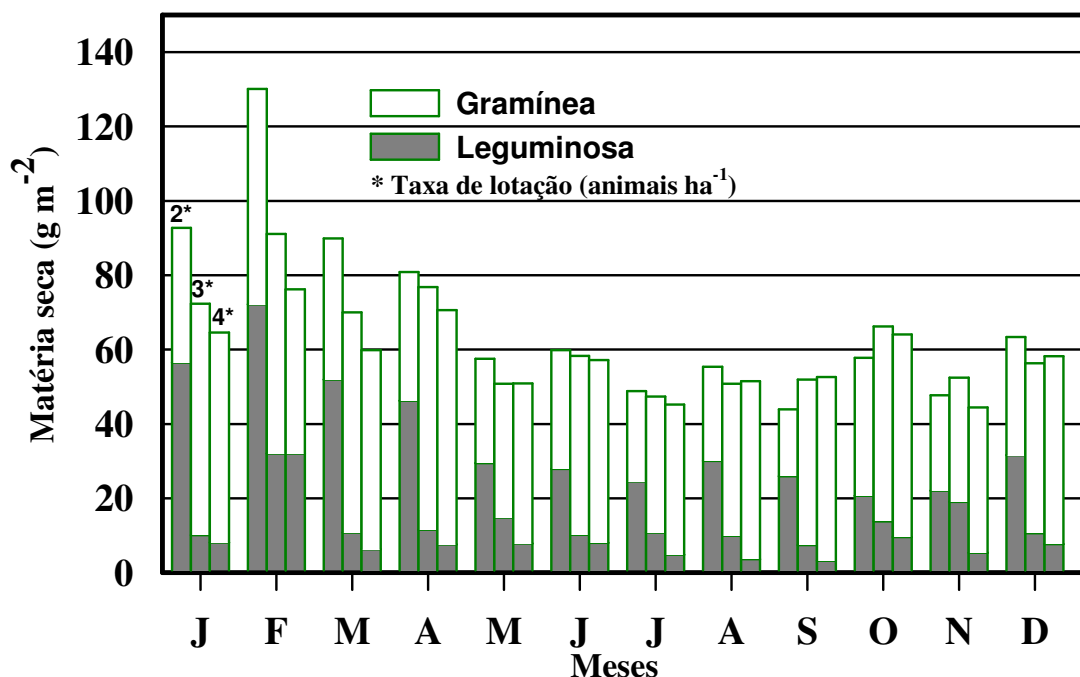
Para saber a proporção de *B. humidicola* (gramínea) e *D. ovalifolium* (leguminosa) na liteira utilizou-se a técnica da abundância natural do <sup>13</sup>C, para estimar a proporção de espécies de ciclo fotossintético C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. Os valores de δ<sup>13</sup>C obtidos para a leguminosa *D. ovalifolium* pura foi de -28,6‰, e para a gramínea *B. humidicola*, em monocultura o valor médio foi de -11,8‰. Com o uso desses valores como padrões e os obtidos da liteira das pastagens consorciadas, calculou-se a percentagem de leguminosa na liteira depositada (Tabela 8).

Avaliando a proporção da leguminosa *D. ovalifolium* na forragem em oferta e na liteira depositada, observou-se que nas taxas de lotação mais baixas (2 e 3 animais ha<sup>-1</sup>) a proporção de leguminosa na liteira depositada em 14 dias geralmente foi maior do que os valores obtidos da forragem em oferta, com valores médios anual de 52 e 31%; 22 e 10% para a liteira depositada e forragem em oferta, respectivamente. Fato esse que ocorreu



especialmente por estar relacionado com a seletividade dos animais pelas gramíneas ser maior nas menores taxas de lotação, devido à menor pressão de pastejo na área (Tabela 8).

Os dados da quantidade de gramínea e leguminosa na liteira depositada em 14 dias estão apresentados na Figura 9, onde foi constatada uma maior tendência na deposição de liteira nos meses mais quentes do ano, de janeiro a abril de 1995, onde nessa época houve um veranico severo para a região em estudo. Na Tabela 8 observou-se claramente uma maior contribuição da leguminosa *D. ovalifolium* na matéria seca da liteira depositada em 14 dias nessa época do ano, pois a forragem em oferta era bem maior nos meses de verão em comparação a outras épocas do ano (Figura 8), isso favorecia uma maior seletividade animal pela gramínea em detrimento à leguminosa, além de a taxa de senescência da leguminosa ser mais rápida do que a da gramínea durante esse mesmo período do ano (Tarré, 2000).



**Figura 9:** Produção de matéria seca ( $\text{g m}^{-2}$ ) de gramínea e leguminosa presente na liteira depositada em 14 dias nas pastagens consorciadas, sob três diferentes taxas de lotação no ano de 1995.

### 3.5.3. Fósforo na Liteira

Na Tabela 10, quando avaliou-se o teor de fósforo depositado ( $\text{g kg}^{-1}$  de P na MS) na liteira existente e depositada em 14 dias, verifica-se que houve uma pequena variação, não significativa ( $P < 0,05$ ), na concentração média do fósforo da liteira existente e da liteira depositada em 14 dias durante todo o ano de 1995 para ambas as pastagens, sendo  $0,480$  e  $0,453 \text{ g kg}^{-1}$  de P para pastagens de *B. humidicola* e  $0,507$  e  $0,487 \text{ g kg}^{-1}$  de P para as pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, respectivamente.

Verificou-se, portanto que a presença da leguminosa na pastagem consorciada tende a aumentar o teor de fósforo da liteira existente e depositada, em relação às pastagens de *B. humidicola*, em respectivamente  $5,6$  e  $7,5\%$  (Tabela 10).

Os teores de P da liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* aumentaram à medida que a taxa de lotação aumentava, seguindo a mesma

tendência dos dados encontrados para gramínea seca da forragem em oferta, precursora liteira (Tabela 9).

Com relação à taxa de lotação, as quantidades de P da liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura; notou-se que os teores de P aumentaram a medida que a taxa de lotação aumentava, esses resultados são corroborados com os teores encontrados na gramínea seca da forragem em oferta (Tabela 9), material esse que irá formar os resíduos vegetais sobre o solo (liteira).

**Tabela 10:** Teores de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$  de P na MS) na liteira existente e depositada no período de 14 dias em pastagens exclusiva de gramínea (*B. humidicola*) e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*). Média de 3 taxas de lotação (2, 3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) e 3 repetições durante o ano de 1995.

Pastagens	Taxa lotação Animais $\text{ha}^{-1}$	Teores de P da liteira	
		Existente	Depositada em 14 dias
		----- $\text{g kg}^{-1}$ de P na MS -----	
<i>B. humidicola</i>	2	0,431 (b)	0,425 (b)
	3	0,487 (a)	0,457 (ab)
	4	0,523 (a)	0,476 (a)
	Média	0,480 (B)*	0,453 (B)**
<i>B. humidicola</i> / <i>D. ovalifolium</i>	2	0,494 (b)¶	0,463 (b)
	3	0,484 (b)	0,480 (ab)
	4	0,544 (a)	0,518 (a)
	Média	0,507 (A)	0,487 (A)
Coef. Variação (%)		6,7	7,0

\* e \*\* Média das pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada, havendo diferença significativa ao nível de  $P < 0,01$  e  $P < 0,05$  respectivamente.

¶ Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tanto para pastagens de *B. humidicola* em monocultura como para as pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, os teores médios de fósforo nas 3 taxas de lotação da liteira existente e depositada em 14 dias (0,48 e 0,45  $\text{g kg}^{-1}$  de P e 0,51 e 0,49  $\text{g kg}^{-1}$  de P, respectivamente) foram superiores aos encontrados para a gramínea seca da forragem em oferta (0,33 e 0,34  $\text{g kg}^{-1}$  de P, respectivamente), material esse que irá formar os resíduos vegetais (liteira), entretanto foi inferior ao da gramínea verde (1,34 e 1,20  $\text{g kg}^{-1}$  de P respectivamente), e ao da leguminosa presente na forragem em oferta (0,73  $\text{g kg}^{-1}$  de P) (Tabelas 9 e 10).

Essa maior concentração nos teores de P na liteira em relação à gramínea seca se deve à rápida decomposição dos resíduos vegetais ao serem depositados na superfície do solo, concentrando desta forma mais nutriente na matéria seca remanescente. Em vários experimentos realizados no campo para avaliar a decomposição de liteira, foram observadas altas imobilizações para o elemento fósforo, ou seja, aumento da sua concentração em relação ao conteúdo inicial (Schunke 1998; Ferreira et al. 1997).

#### 3.5.4. Reciclagem de Fósforo pela Liteira

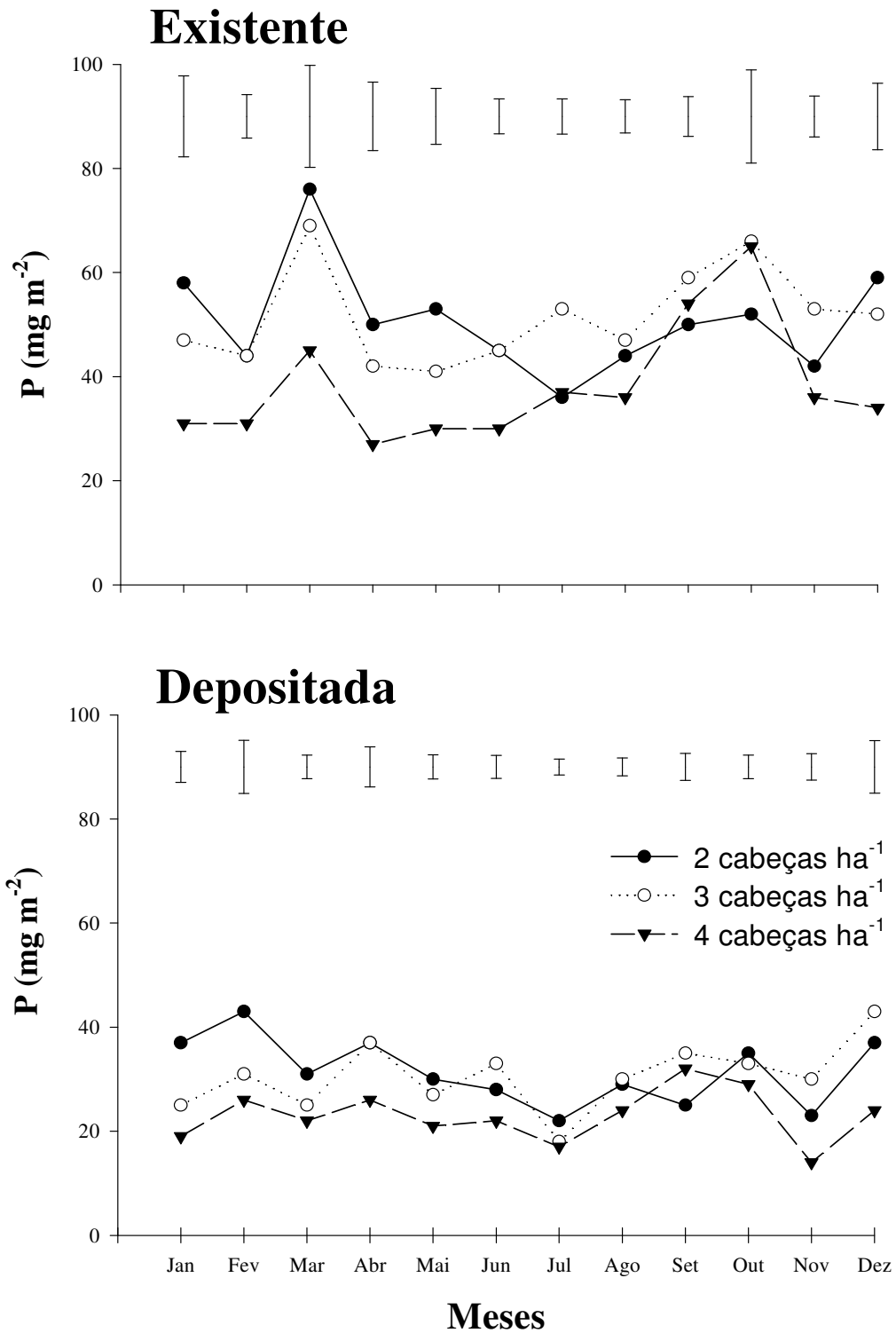
Tanto para a pastagem de *B. humidicola* como para a pastagem consorciada de *B. humidicola*/*D. ovalifolium* pôde-se observar que houve uma maior deposição de fósforo na liteira existente no mês de fevereiro de 1995, em relação aos outros meses (Figuras 10 e 11). Isso se deve à ocorrência de um veranico no mês anterior (janeiro de 1995), que repercutiu no

mês de fevereiro (Figura 7) com uma maior deposição de liteira existente (Rezende et al., 1999).

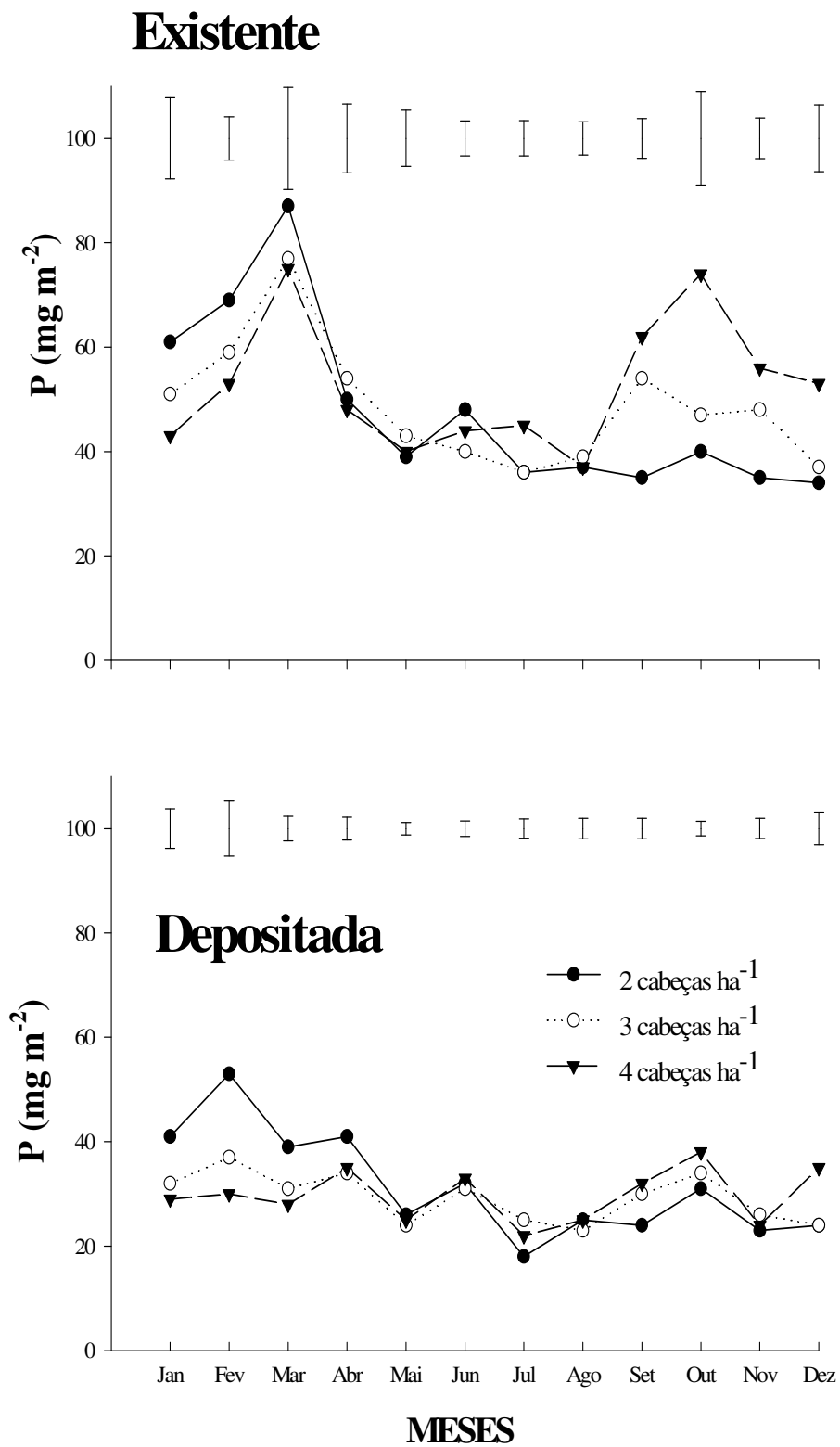
Na Figura 10 observa-se a deposição de fósforo ( $\text{mg m}^{-2}$ ) na liteira existente e depositada em 14 dias. Na pastagem de *B. humidicola* em monocultura, houve uma maior deposição nas menores taxas de lotação (2 e 3 animais  $\text{ha}^{-1}$ ), fato esse também relatado por Cantarutti et al. (2002), estudando a ciclagem de nitrogênio nessas mesmas pastagens. Esse fato é devido à menor pressão de pastejo na forragem em oferta disponível para ser consumida pelos animais em pastejo, disponibilizando mais material senescente para ser reciclado no sistema via liteira. Já na maior taxa de lotação, a deposição de fósforo foi menor devido à maior pressão de pastejo nessas áreas, deixando assim menos material para ser reciclada via liteira.

Da mesma forma que na pastagem em monocultura, na pastagem consorciada houve uma maior deposição de fósforo ( $\text{mg m}^{-2}$ ) na liteira existente e depositada em 14 dias, nas menores taxas de lotação, 2 e 3 animais  $\text{ha}^{-1}$ , e uma menor deposição na maior taxa de lotação (4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ), devido à menor disponibilidade de forragem em oferta não consumida a ser senescida (Figura 11).

As pastagens consorciadas com *D. ovalifolium*, independentemente das taxas de lotação, favoreceram uma maior quantidade de fósforo a ser reciclado, o que se deve provavelmente à presença da leguminosa forrageira no sistema em consórcio quando comparadas com as pastagens de *B. humidicola* em monocultura (Figuras 10 e 11).



**Figura 10:** Quantidade de fósforo ( $\text{mg m}^{-2}$ ) presente na liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura sob 3 diferentes taxas de lotação, no ano de 1995. As barras representam o erro padrão da média.



**Figura 11:** Quantidade de fósforo ( $\text{mg m}^{-2}$ ) presente na liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium* sob 3 diferentes taxas de lotação, no ano de 1995. As barras representam o erro padrão da média.

Nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura uma média anual de aproximadamente 29 mg m<sup>-2</sup> de P, foram depositadas na superfície do solo em cada período de 14 dias. Já nas pastagens consorciadas aproximadamente 30 mg m<sup>-2</sup> de P, foram depositados, não havendo diferença significativa (p<0,05) entre as pastagens (Tabela 11).

A liteira existente na superfície do solo variou muito pouco durante todo o ano de 1995 (Rezende et al., 1999) e o seu conteúdo de fósforo total médio foi de aproximadamente 47 mg m<sup>-2</sup> de P para a pastagem de *B. humidicola* em monocultura, sendo que na maior taxa de lotação apenas 38 mg m<sup>-2</sup> de P foram depositados. Já para a pastagem de *B. humidicola* consorciada 49,5 mg m<sup>-2</sup> de P foram depositados, não havendo diferença significativa (p<0,05) entre as pastagens (Tabela 11).

**Tabela 11:** Conteúdo de fósforo das liteiras existente e depositada em 14 dias, taxa de decomposição e conteúdo de P depositado em 1 ano, nas pastagens exclusivas de *B. humidicola* e *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium* pastejadas por animais sob 3 diferentes taxas de lotação durante o ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação	Conteúdo de P na liteira		Taxa Decomp. (k)	Meia Vida	Conteúdo de P depositado durante 12 meses	
		Existente	Depositada em 14 dias			Estimado de 14 dias <sup>¶</sup>	Corrigido <sup>+</sup>
		----- mg m <sup>-2</sup> P -----		g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	dias	----- kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> P ----	
<i>B. humidicola</i>	2	50,8	31,3	0,0823	8,4	8,17	15,26
	3	51,6	30,6	0,0749	9,2	7,98	14,12
	4	38,0	23,0	0,0852	8,1	6,00	11,82
	Média	46,8	28,3	0,0808	8,6	7,38	13,74
<i>B. humidicola/ D ovalifolium</i>	2	47,6	31,4	0,0823	8,4	8,18	14,29
	3	48,6	29,4	0,0715	9,7	7,66	12,66
	4	52,5	29,7	0,0654	10,6	7,74	12,52
	Média	49,5	30,1	0,0730	9,6	7,86	13,16
Coef. Variação (%)		18,5	10,7	21,8	25,1	9,7	14,6
Análise de Variância							
Fator: Pastagem (P)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Taxa de Lotação (L)		*	**	ns	*	*	**
Interação P x L		ns	ns	ns	ns	ns	ns

¶: Calculado a partir da equação: ((liteira depositada em 14 dias)/14) x 365 dias

+: Calculado de acordo com as perdas da liteira durante 14 dias de deposição (vide Material e Métodos)

\* e \*\*: há diferença significativa ao nível de (p<0,05 e p<0,01 respectivamente) pelo teste Tukey,

ns: Não há diferença significativa ao nível de (p<0,05) pelo teste Tukey.

Utilizando-se da equação 8 descrita no Material e Métodos, foi calculada a constante “k” de decomposição para o fósforo da liteira nas pastagens exclusivas de *B. humidicola*, com valores entre 0,0852 e 0,0749 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (média de 0,0808 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 11). Nas pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, os valores da constante “k” da taxas de decomposição do fósforo da liteira nas diferentes taxas de lotação 2, 3, e 4 animais ha<sup>-1</sup> foram 0,0823; 0,0715 e 0,0654 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> respectivamente, com média de 0,0730 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Tabela 11); essa média da decomposição das 3 taxas de lotação foi idêntica à encontrada para o nitrogênio nessa mesma área (Tarré, 2000; Cantarutti et al., 2002).

Espindola (2001), estudando a decomposição de diferentes coberturas vivas de solo (kudzu, siratro, amendoim forrageiro e panicum) em “litter bags”, obteve valores de “k” variando de 0,0113 a 0,0218 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a época seca e 0,0191 a 0,0363 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a época chuvosa do ano, valores esses inferiores aos encontrados para ambas as pastagens avaliadas.

Com os valores de “k” e utilizando-se a equação 9 descrita no Material e Método estimou-se a meia vida do fósforo da liteira, encontrando valores de meia vida de 8,1 a 9,2 dias (média de 8,6 dias) para pastagem de *B. humidicola* e de 8,4 a 10,6 dias (média de 9,6 dias) para as pastagens consorciadas com a leguminosa, mostrando que a presença da leguminosa aumentou o tempo de meia vida da liteira no consórcio (Tabela 11). Da mesma forma que para o nitrogênio da liteira (Tarré, 2000; Cantarutti et al. 2002), a taxa de lotação influenciou significativamente a meia vida da liteira: nas pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, a taxa de 2 animais ha<sup>-1</sup> foi a que apresentou o menor tempo de meia vida de aproximadamente 8 dias, seguido de 10 e 11 dias para as taxas 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Schunke (1998), avaliando em bolsas de decomposição (“litter bags”) a liberação de nutrientes da liteira de diferentes cultivares do gênero *Panicum*, obteve maiores resultados para o tempo de liberação do fósforo, onde cerca de 60% do fósforo contido na liteira foi liberado após 28 dias, ou seja, os tempos de meia vida desses materiais foram de aproximadamente 23 dias. Da mesma forma Brasil et al. (1998), trabalhando com “covered litter”, encontraram tempo de meia vida para liteira de *Panicum maximun* e *Calapogonio mucunoide* de 22 e 5 dias respectivamente, sendo que para a mistura *P. maximun/C. mucunoide*, na proporção de 60 a 40% o tempo foi de 32 dias.

Com os cálculos do total de fósforo reciclado (liteira corrigida), observa-se que na pastagem de *B. humidicola* em monocultura houve uma reciclagem de fósforo através da liteira da ordem de 11,8 a 15,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P, ou seja, o equivalente a uma adubação com aproximadamente 27 a 35 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 11). Com o aumento da taxa de lotação de 2 para 3 animais ha<sup>-1</sup> nessas pastagens houve redução na reciclagem de fósforo em 1,2 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P (8%) e o aumento para 4 animais ha<sup>-1</sup> reduziu em 3,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P (23%) a reciclagem.

Na pastagem consorciada observou-se uma reciclagem de fósforo no sistema, equivalente com as pastagens de *B. humidicola* em monocultivo, onde houve uma reciclagem de fósforo através da liteira da ordem de 12,5 a 14,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P, ou seja, o equivalente a uma adubação com aproximadamente 29 a 33 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Nessas pastagens houve somente um acréscimo em relação às pastagens em monocultura de 1,4 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P na taxa de lotação de 3 animais ha<sup>-1</sup> (Tabela 11). Esses resultados demonstram que nas altas taxas de lotações, a grande proporção de P e outros nutrientes são reciclados principalmente via excreta dos animais, fato esse corroborado por Ferreira et al., (1997), porém a reciclagem via liteira é de extrema importância na manutenção da sustentabilidade da produção nos sistemas de pastagem.

A diferença entre a deposição dos nutrientes via liteira em relação às excretas é que a liteira é distribuída de uma forma mais homogênea nas pastagens (Rezende et al., 1999). No

caso das excretas a sua deposição nos piquetes é desuniforme na pastagem, havendo uma maior concentração próxima aos bebedouros, cochos de sal, trilhas de passagem e locais de descanso, ficando o restante das áreas da pastagem sem o benefício dessa reciclagem (Haynes & Williams 1993; Russelle 1997).

### 3.5.5. Balanço de Fósforo nas Pastagens

Os balanços de fósforo nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciadas e *B. humidicola* consorciada com a leguminosa *D. ovalifolium* foram obtidos com os citados no material e métodos deste capítulo.

Em geral, as dietas de animais em pastejo consistentemente irão conter mais folhas e menos caule, mais material vivo e menos morto (seco) do que está presente na forragem em oferta que está sendo pastejada pelos animais. Desta forma a extrusa da dieta selecionada pelos bovinos esôfago-fistulados foram superiores aos da gramínea verde da forragem em oferta, mostrando a eficaz seleção exercida pelos animais em pastejo.

As concentrações médias da extrusa nas duas avaliações realizadas (Tabela 12), foram de 2,25 e 2,22 g kg<sup>-1</sup> de P na MS superior em 68 e 85% as concentrações de P encontrado para a gramínea verde em pastagem de *B. humidicola* exclusiva (1,34 g kg<sup>-1</sup> de P na MS) em *B. humidicola* consorciadas (1,20 g kg<sup>-1</sup> de P na MS) (Tabela 9).

**Tabela 12:** Teores de fósforo (g kg<sup>-1</sup> de P na MS) na extrusa selecionada por bovinos esôfago-fistulados submetidos a diferentes taxas de lotação, em agosto e novembro de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais ha <sup>-1</sup>	Teores de P na extrusa	
		Agosto	Novembro
		g kg <sup>-1</sup> de P na MS	
<i>B. humidicola</i>	2	2,24	1,90
	3	2,40	1,81
	4	2,65	2,49
	Média	2,43	2,07
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	2,06	1,95
	3	2,38	2,55
	4	2,24	2,16
	Média	2,23	2,22

Os teores de P nas fezes dos bovinos estão apresentados na Tabela 13, onde na menor taxa (2 animais ha<sup>-1</sup>) foram observados os menores teores, cerca de 2,55 e 2,79 g kg<sup>-1</sup> de P para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada, respectivamente.

Na média os valores de P nas fezes dos animais pastejando em pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada, foram de 3,13 e 3,27 g kg<sup>-1</sup> de P, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos obtidos por Buschbacher (1987), trabalhando com fluxo de nutrientes em pastagens de *B. decumbens* em monocultura, onde encontrou valor médio de 3,2 g kg<sup>-1</sup> de P para as fezes bovinas.



**Tabela 13:** Teores de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$  de P) nas fezes de bovinos em pastagens de *B. humidicola*/ *D. ovalifolium* e *B. humidicola* em monocultura submetidos a diferentes taxas de lotação, no ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais $\text{ha}^{-1}$	Teores de P nas
		Fezes $\text{g kg}^{-1}$
<i>B. humidicola</i>	2	2,55 (c) <sup>1</sup>
	3	3,26 (ab)
	4	3,58 (a)
Média		3,13
<i>B. humidicola</i> / <i>D. ovalifolium</i>	2	2,79 (bc)
	3	3,96 (a)
	4	3,05 (b)
Média		3,27
Coef. Variação (%)		7,9 *

<sup>1</sup>: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey.

\*: ( $p < 0,05$ )

Na Tabela 14 são apresentados os dados do balanço de fósforo dos bovinos em pastejo nas pastagens de *B. humidicola* em monocultivo e *B. humidicola* consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*. Os valores de fósforo excretados na forma de urina foram extraídos da literatura, onde se estima em traços os valores de P excretado (Morales & Lustosa, 1997), ficando praticamente todo P (~ 99%) excretado pelas fezes dos bovinos.

**Tabela 14:** Balanço de P em pastagem de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) em 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ).

Pastagem	Taxa de Lotação	Forragem Consumida <sup>1</sup>	Sal Mineral consumido	Exportado Carcaça <sup>2</sup>	Retorno de P		Balanço
					Carcaça <sup>2</sup>	Urina Fezes	
Animais $\text{ha}^{-1}$		kg $\text{ha}^{-1}$ de P					
<i>B. humidicola</i>	2	17,6	5,91	2,45	tr*	7,9	13,16
	3	22,1	8,87	2,86	tr	13,7	14,41
	4	36,2	11,83	3,41	tr	20,0	24,62
Média		25,3	8,87	2,91	tr	13,8	17,46
<i>B. humidicola</i> / <i>D. ovalifolium</i>	2	12,9	5,91	2,46	tr	8,4	7,95
	3	25,9	8,87	3,26	tr	21,2	10,31
	4	29,2	11,83	3,75	tr	17,2	20,08
Média		22,7	8,87	3,16	tr	15,6	12,81

<sup>1</sup> Obtido da digestibilidade da extrusa obtida de animais esôfago-fistulados e a técnica do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (melhor descrito em material e métodos do Capítulo 1).

<sup>2</sup> P exportado na carcaça =  $6,76 \text{ g kg}^{-1}$  (Wilkinson & Lowrey, 1973).

\* traços

Quando se avalia o balanço de fósforo nas pastagens verifica-se por meio de estimativa (Wilkinson & Lowrey, 1973) que em média os animais exportaram do sistema na forma de carcaça cerca de 2,9 e 3,2  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de P para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada, respectivamente (Tabela 14). Mesmo que as quantidades de fósforo extraídas na forma de carne não fossem repostas, a entrada via sal mineral seria suficiente para suprir as necessidades dos animais, pois as quantidades de fósforo retidas na carcaça representam apenas uma pequena porcentagem do que foi ingerido pelos animais em pastejo, cerca de 11,5 e 13,9% para as pastagens em monocultura e consorciada, respectivamente (Tabela 14). Desta forma, a porcentagem de fósforo retornada

ao sistema (86,1 a 88,5%) foi superior ao encontrado por Salter & Schollenberger (1939), citados por Spain & Salinas (1985), onde a quantidade de fósforo retornado ao pasto estava na ordem de 80%.

Esses valores de fósforo exportados na carcaça nesse sistema podem ser totalmente repostos via suplementação mineral. Considerando que o teor de fósforo no sal mineral utilizado no experimento apresentava cerca de  $100 \text{ g kg}^{-1}$  de P na sua formulação, e que o consumo diário de sal esteve em torno de 81 g, calcula-se que cada animal em um ano de pastejo consome aproximadamente 2,96 kg de P.

Como pode-se observar na Tabela 14, a maior parte do fósforo consumido pelos animais em pastejo não foi exportada pela carcaça, mas sim retornou ao sistema através das excretas animais, onde as fezes bovinas participa com 13,8 e 15,6  $\text{kg ha}^{-1}$  de P para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura e de *B. humidicola* consorciada, respectivamente. Isto não significa que todo este fósforo será retornado ao sistema de maneira uniforme, pois as perdas acabam acontecendo devido às fezes ficarem concentradas em pequenas áreas na pastagem como as áreas de descanso e locais de arraçoamento dos animais (saleiros, bebedouros, etc.) (Cantarutti et al. 2001).

Considerando que para o elemento fósforo as perdas por lixiviação são usualmente baixas, da ordem de  $0,1$  a  $1,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de P (Stevenson, 1986), nos sistemas de pastagem são insignificantes, não representando grandes perdas potenciais ao sistema. Nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) retornaram ao sistema, aproximadamente  $27,5$  e  $29,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de P respectivamente, na forma de liteira e excretas (fezes) (Tabelas 11 e 14). Essa quantidade de P reciclado pode vir a ser superior quando contabilizado a incorporação do retorno via raízes.

Os valores encontrados no balanço final obtido nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) foram positivos e elevados, com valores médios de  $17,46$  e  $12,81 \text{ kg ha}^{-1}$  de P para as pastagens em monocultura e consórcio, respectivamente.

Diante dos elevados valores obtidos, fez-se uma rigorosa investigação nas possíveis variáveis que poderiam estar influenciando nesses resultados, dentre elas foram citadas as seguintes:

- i) Consumo de P pelo sal: as quantidades de sal mineral ingerido pelos animais foram obtidas de dados de animais com o mesmo grau de sangue pastejando a mesma espécie na mesma área experimental do estudo em questão (Llamosas, 1990). Portanto esse parâmetro está dentro do contexto estudado.
- ii) P exportado na carcaça: esse parâmetro apesar de não ter sido quantificado, está dentro do contexto estudado, pois o valor é similar ao de diversos autores (Mathews et al., 1996; Wilkinson & Lowrey, 1973),
- iii) P nas fezes: as análises de P nas fezes foram realizadas em três diferentes épocas do ano, onde os resultados obtidos foram bastante concisos e estão de acordo com a literatura internacional (Buschbacher, 1987).
- iv) P na extrusa: os valores de P na extrusa foram obtidos em duas diferentes épocas do ano onde os resultados obtidos foram bastante concisos.
- v) P consumido: esse parâmetro está relacionado à digestibilidade e à produção fecal, desta forma foi o único parâmetro em que se levantou uma suspeita, pois a digestibilidade das amostras da extrusa poderiam estar superestimando o consumo.

Diante dessas suposições, fez-se uma investigação no trabalho realizado por Macedo (1999), que estudou diferentes técnicas de estimativa do consumo animal de braquiária com diferentes proporções de leguminosa (*D. ovalifolium*), utilizando animais com o mesmo grau

de sangue em sistema estabulado, e verificou que a metodologia de digestibilidade “in vitro” proposta por Tilley & Terry (1963) superestimou a digestibilidade quando comparada com a digestibilidade “in vivo” da dieta através da coleta total de fezes em fraldas. Essa superestimação foi de aproximadamente 14,8 unidades percentuais (Tabela 15).

**Tabela 15:** Digestibilidade “in vivo” e “in vitro” em dietas com diferentes proporções de *B. dictyoneura* (Bd) e *D. ovalifolium* (Do); valores médios de 25 repetições (Macedo, 1999).

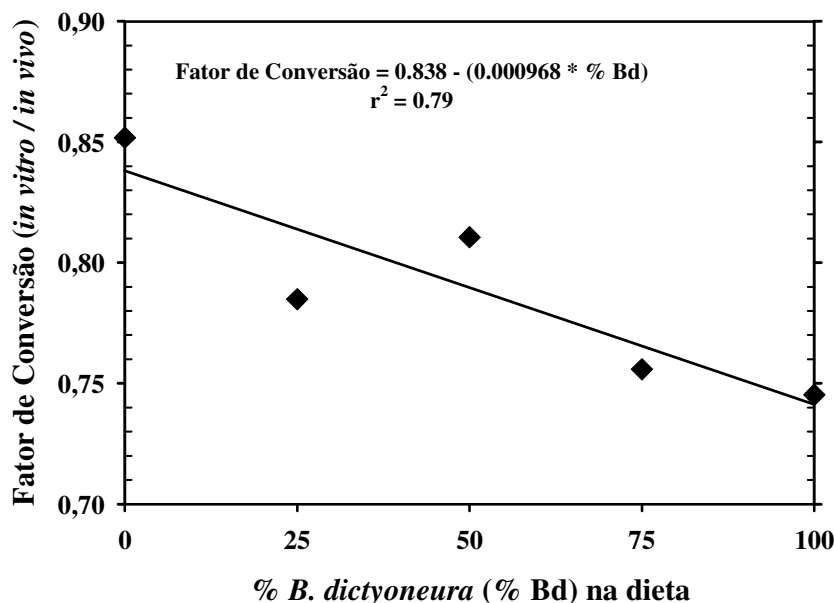
Proporções da dieta	Digestibilidade "in vivo"	Digestibilidade "in vitro"*
	----- % -----	
100% Bd	43,3	58,1 (a)
75% Bd e 25% Do	41,8	55,3 (ab)
50% Bd e 50% Do	44,5	54,9 (ab)
25% Bd e 75% Do	39,4	50,2 (ab)
100% Do	40,8	47,9 (b)
Média	41,9	5,3
Coef. variação (%)	17,0 ns	7,1 **

\* Determinado pela digestão de acordo com a técnica descrita por Tilley & Terry (1963).

\*\* : há diferença significativa ao nível de ( $p < 0,01$ ) pelo teste Tukey,

ns: Não há diferença significativa ao nível de ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Desta forma, com os dados de digestibilidade obtidos por Macedo (1999), estimou-se por meio de regressão a real digestibilidade para o experimento em estudo (Figura 12).



**Figura 12:** Fator de correção entre as digestibilidade “in vitro” e “in vivo” em função dos diferentes proporções de *B. humidicola* na dieta dos animais em pastejo.

Com a equação obtida na Figura 12, calcularam-se os valores de digestibilidade obtidos pela correção dos dados com a utilização dos dados gerados por Macedo (1999), (Tabela 16).

**Tabela 16:** Valores corrigidos de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) da extrusa, produção fecal e forragem em oferta consumida por bovinos submetidos a diferentes taxas de lotação, no mês de novembro de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais ha <sup>-1</sup>	Parâmetros		
		DIVMS da extrusa	Matéria Seca Fecal	Consumo de MS
		%	----- kg animal dia <sup>-1</sup> -----	
<i>B. humidicola</i>	2	46,0	4,11	7,61
	3	44,8	3,57	6,47
	4	43,2	3,64	6,41
	Média	44,7	3,77	6,82
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	44,6	3,83	6,91
	3	41,1	4,45	7,55
	4	39,3	3,98	6,56
	Média	41,7	4,09	7,01

Com os novos valores de consumo, fez-se um novo balanço para o P nas diferentes pastagens. Os valores do balanço final obtidos nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium* foram positivos, de 9,66 e 8,01 kg ha<sup>-1</sup> de P, respectivamente (Tabela 17). Esses valores foram 45 e 37% inferiores aos obtidos sem a correção do consumo com valores médios de 17,46 e 12,81 kg ha<sup>-1</sup> de P para as pastagens em monocultura e consórcio, respectivamente (Tabela 14).

**Tabela 17:** Balanço corrigido de fósforo em pastagem de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) em 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>).

Pastagem	Taxa de Lotação Animais ha <sup>-1</sup>	Forragem Consumida <sup>1</sup>	Sal Mineral Consumido	Exportado Carcaça <sup>2</sup>	Retorno de P		Balanço Corrigido
					Urina	Fezes	
		----- kg ha <sup>-1</sup> de P -----					
<i>B. humidicola</i>	2	11,5	5,91	2,45	tr*	7,6	7,36
	3	14,9	8,87	2,86	tr	12,8	8,11
	4	24,1	11,83	3,41	tr	19,0	13,52
	Média	16,8	8,87	2,91	tr	13,1	9,66
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	10,1	5,91	2,46	tr	7,8	5,75
	3	20,3	8,87	3,26	tr	19,3	6,61
	4	21,1	11,83	3,75	tr	17,7	11,48
	Média	17,2	8,87	3,16	tr	14,9	8,01

<sup>1</sup> Obtido da digestibilidade da extrusa obtida de animais esôfago-fistulados e a técnica do Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (melhor descrito em material e métodos do Capítulo 1).

<sup>2</sup> P exportado na carcaça 6,76 g kg<sup>-1</sup> (Wilkinson & Lowrey, 1973).

\* traços

### 3.6. CONCLUSÕES

A presença da leguminosa *D. ovalifolium* consorciada na pastagem de *B. humidicola* não aumentou o conteúdo de P da liteira retornada as pastagens, contribuindo com uma deposição de 14,3; 12,7 e 12,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P, nas taxas de lotação de 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para ambas as pastagens, o aumento na taxa de lotação comprometeu a reciclagem de fósforo via liteira, proporcionando uma reduzida reciclagem de nutrientes devido à intensificação do consumo da forragem em oferta pelos animais em pastejo.

As pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com a leguminosa (*D. ovalifolium*) reciclaram ao sistema aproximadamente 36,1 e 32,7 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P, respectivamente.

#### **4. CAPÍTULO III -**

**EFEITO DA INTENSIDADE DE PASTEJO E DA LEGUMINOSA  
FORRAGEIRA *Desmodium ovalifolium* NA DINÂMICA DO  
POTÁSSIO EM PASTAGENS DE *Brachiaria humidicola* NO SUL DA  
BAHIA**

#### 4.1. RESUMO

O presente estudo foi conduzido na região de Mata Atlântica no extremo Sul do Estado da Bahia, com o objetivo de avaliar o efeito da introdução da leguminosa forrageira *Desmodium ovalifolium* na dinâmica do potássio em pastagens de *B. humidicola* em monocultura, sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais novilhos ha<sup>-1</sup>) numa pastagem com nove anos de pastejo contínuo. As mais altas taxas de lotação provocaram uma diminuição na proporção de leguminosas na forragem em oferta, entretanto em todas as taxas de lotação a concentração de K na forragem de gramíneas verde e seca em oferta e da liteira foi maior nas pastagens consorciadas. A taxa de decomposição foi muito alta (0,06 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), acarretando uma deposição anual de K pela liteira entre 26,3 e 29,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K. Nas pastagens de *B. humidicola*, aumentos na taxa de lotação de 2 animais ha<sup>-1</sup> para 3 animais ha<sup>-1</sup> e de 3 animais ha<sup>-1</sup> para 4 animais ha<sup>-1</sup> resultaram em decréscimos de respectivamente 35% e 4% na reciclagem de K pela liteira. Provavelmente essas altas taxas de lotação provocam um declínio das pastagens devido à menor adição de K ao sistema solo. A presença da leguminosa nas pastagens provocou um aumento significativo na reciclagem de K pela deposição da liteira variando de 37,6 a 25,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K.

**Palavras – chave:** Gramínea. Liteira. Potássio. Reciclagem de nutrientes.

## 4.2. ABSTRACT

In the Atlantic forest region of the south of Bahia state to study the K dynamics in pastures of *Brachiaria humidicola* subject to three different stocking rates (2, 3 and 4 head ha<sup>-1</sup>) of beef cattle with, and without the presence of the forage legume *Desmodium ovalifolium*. The rate of decomposition was very rapid ( $k \sim -0.060 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and annual rates of P turnover through the litter pathway were between 26.3 and 29.5 kg K ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In the grass-only pastures, as stocking rate increased from 2 to 3 head ha<sup>-1</sup>, K recycled in the litter decreased by 35%, but a further increase to 4 head ha<sup>-1</sup> decreased K recycling by 4% suggesting that beyond a certain critical level higher grazing stocking rates would lead to pasture decline if there was no K addition. High stocking rates decreased the proportion of the legume in the sward, but at all rates the concentration of K in both the green and dead grass in the forage on offer and in the litter was higher in the mixed sward. The presence of the legume in the litter resulted in large increases in the K recycled via litter deposition ranging from 37.6 to 25.0 kg K ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Grass. Litter. Potassium. Nutrient cycling.



### 4.3. INTRODUÇÃO

As pastagens são ecossistemas complexos, nos quais estão inter-relacionados vários fatores como o solo e a atmosfera, fornecendo as fontes básicas para a produção primária das plantas e estas, por sua vez para a produção animal (carne, leite, lã e outros).

A maioria das áreas ocupadas por pastagens na região da Mata Atlântica é oriunda da remoção da vegetação nativa, onde a retirada da vegetação favorece a fase de estabelecimento das pastagens com a mineralização da matéria orgânica remanescente da floresta tropical, disponibilizando o nitrogênio necessário à produtividade das gramíneas (Cantarutti, 1996). Entretanto, a destruição ou perturbação de um ecossistema interrompe os ciclos biológicos que mantêm o equilíbrio entre as espécies e o meio. Assim, a sustentabilidade do sistema é atribuída à matéria orgânica, que desempenha importante papel na ciclagem de nutrientes, no tamponamento do solo contra alterações bruscas de pH, na manutenção da estrutura e na adsorção e armazenamento de água (Resck et al., 1991).

Alguns resultados de pesquisa evidenciam que os sistemas de produção baseados em pastejo são, praticamente, auto-sustentáveis, exigindo baixas quantidades de insumos (fertilizantes e corretivos) para reporem as perdas exportadas do sistema com a produção animal. Monteiro & Werner (1997) indicam que em condições de adequado equilíbrio entre oferta e consumo de forragem, a ciclagem de nutrientes por meio dos resíduos vegetais assegura a manutenção de parte substancial dos nutrientes do sistema, favorecendo a sustentabilidade da produção de pastagens. Entretanto, para que esta sustentabilidade seja alcançada, é necessário o entendimento do funcionamento dos compartimentos integrantes do ecossistema pastagem, já que este sistema encontra-se constantemente perturbado pela ação antrópica, devido à necessidade de aumento da produtividade. A produtividade em tais sistemas parece ter condições de manter-se em equilíbrio por um longo período de tempo, antes que se indique a necessidade de reposição de nutrientes (Corsi & Martha Junior, 1997). Porém, isto não é verdade quando os nutrientes retirados do sistema estão em maior proporção que os nutrientes que estão entrando.

As pastagens do gênero *Brachiaria* são consideradas muito bem adaptadas ao nosso clima tropical, com alta produção de biomassa e produtividade animal. Entretanto, diversos fatores como a baixa disponibilidade de nutrientes minerais do solo, a escolha de variedades inadequadas à região, a excessiva taxa de lotação e o manejo incorreto do solo e das pastagens, levam-nos a um quadro atual característico de degradação, com baixo rendimento do ponto de vista zootécnico. É devido a esses fatores que há necessidade das pastagens serem mais bem estudadas, já que da área plantada, atualmente, cerca de dois terços estão degradados ou em vias de degradação (Macedo, 1995).

O objetivo desse estudo foi de quantificar o balanço de potássio e sua ciclagem através dos resíduos vegetais (liteira ou serapilheira) em pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciadas com *D. ovalifolium* sob 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>), durante todo o ano de 1995, numa região pertencente ao bioma de Mata Atlântica no extremo sul da Bahia, Brasil.

## 4.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.4.1. Área e Delineamento Experimental

A área experimental e o manejo aplicado foram os mesmo utilizados para o experimento do capítulo 1, estando mais bem descrito em seu material e métodos.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de seis tratamentos (2 pastagens e 3 taxas de lotação) com 3 repetições, totalizando cerca de 18 parcelas; maiores detalhes estão descritos no material e métodos do capítulo 1.

### 4.4.2. Coleta de Material

#### a) Forragem em oferta

O procedimento de coleta da forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasora) foi o mesmo utilizado para o experimento de fósforo do capítulo 2, estando mais bem descrito em seu material e métodos.

#### b) Liteira existente e depositada

Nas coletas de liteira existente e depositada os procedimentos foram os mesmos utilizados para o experimento de fósforo do capítulo 2, estando mais bem descrito no seu material e métodos.

### 4.4.3. Análises

As amostras de forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras) e de liteira foram analisadas no laboratório de solos da Embrapa-Agrobiologia, segundo o método proposto por Tedesco et al. (1995), para determinação dos teores de potássio na matéria seca, por digestão nitro-perclórica e posterior leitura em espectrofotômetro de chama.

### 4.4.4. Cálculos

#### a) Conteúdos de potássio

Os conteúdos de potássio da forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras), da liteira existente e da liteira depositada em 14 dias foram expressos em gramas por metro quadrado ( $\text{g m}^{-2}$ ), obtido a partir do peso seco da massa de forragem em oferta e da massa de liteira existente e depositada com seus respectivos teores de potássio.

#### b) Deposição de potássio na liteira

Da mesma forma que para a deposição de fósforo pela liteira descrito no material e métodos do capítulo 2, a estimativa da deposição anual de potássio na liteira foi calculada pela correção da meia-vida da liteira através da estimativa da constante de decomposição “k” da liteira, pela aplicação de uma função exponencial simples (Rezende et al., 1999).

Os valores para a decomposição da constante “k” corrigidos para desaparecimento da liteira durante o período de 14 dias de deposição, foram obtidos através da equação 8 descrita no material e métodos do capítulo 2.

De acordo com a equação 8 ao substituir-se,  $X_{eq}$  pelos valores de potássio da liteira existente ( $LE_{K0}$ ) em  $\text{g m}^{-2}$ , e  $X_N$  pelos valores, também em  $\text{g m}^{-2}$ , de potássio da liteira depositada em 14 dias ( $LD_{K14}$ ), com um período de  $t_N$  dias onde  $t_N = 14$ , obtendo-se assim a equação 10.

$$k = -\ln [(LE_{K0}-LD_{Kt})/LE_{K0}]/ 14 \dots\dots\dots\text{Eq. (10)}$$

**c) Meia-vida do potássio na liteira**

A meia vida do potássio ( $tk_{1/2}$ ) da liteira foi calculada a partir da constante k obtida na equação 10, utilizando-se a equação 11 descrita abaixo.

$$tk_{1/2} = \ln(2)/k \dots\dots\dots \text{Eq. (11)}$$

**d) Balanço de potássio**

Da mesma forma como calculado para o balanço de P nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciadas os dados para o balanço de potássio (K) foram obtidos com os seguintes dados:

- i- consumo de matéria seca de forragem pelos bovinos em pastejo (Tabelas 4 e 5) e os respectivos teores de potássio encontrados na matéria seca das extrusadas, fornecendo assim a quantidade total de potássio consumida pelos bovinos.
- ii- ganho de peso vivo animal durante o ano (Tabela 3) e a quantidade de potássio exportado na carcaça dos animais, dado esse obtido por estimativa de acordo com Wilkinson & Lowrey (1973) onde para o potássio cerca de  $1,76 \text{ g kg}^{-1}$  de K é exportado na carcaça.
- iii- média da produção fecal (Tabelas 4 e 5) e os seus respectivos teores de potássio encontrados nas fezes.

A urina dos animais em pastejo não foi coletada por dificuldades operacionais na amostragem.

**4.4.5. Análise Estatística**

As análises estatísticas da diferença entre as médias das duas pastagens (monocultura e consórcio) e as taxas de lotação foram realizadas utilizando-se ANOVA. Utilizando-se do teste de “Lilliefors” os dados da concentração de potássio na forragem em oferta e na liteira depositada e existente, bem como o potássio depositado e existente na liteira ( $\text{g m}^{-2}$  de K) em relação à sua distribuição nos meses do ano de 1995 apresentou distribuição normal. Da mesma forma as variâncias dos dados também foram homogêneas (teste de Bartlett).

Esses dados foram analisados utilizando-se do programa estatístico SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (Euclides, 1983).

## 4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da precipitação semanal e as médias das temperaturas máximas e mínimas durante o período de avaliação foram apresentados no item Resultado e Discussão do Capítulo 2 (Figura 7).

### 4.5.1. Forragem em Oferta

As concentrações de potássio nas diversas frações da forragem em oferta, gramínea verde, gramínea seca, invasora e leguminosa (consórcio) das pastagens de *B. humidicola* em monocultura ou consorciada com *D. ovalifolium* estão apresentadas na Tabela 18. O teor médio de potássio da gramínea seca foi em média 0,69 e 0,74 g kg<sup>-1</sup> de K na MS, respectivamente, as pastagens de *B. humidicola*, em monocultura e nas consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, sendo inferior (P<0,01) ao da gramínea verde com valores de 3,34 e 3,52 g kg<sup>-1</sup> de K na MS respectivamente. Os teores de potássio encontrados na leguminosa (2,16 g kg<sup>-1</sup> de K na MS) foram significativamente menores (P<0,01) em relação à gramínea verde (Tabela 18). Para ambas as pastagens, a taxa de lotação não influenciou no teor de potássio das frações de gramínea verde e gramínea seca do material em oferta disponível.

**Tabela 18:** Teores de potássio (g kg<sup>-1</sup> de K na MS) nos diferentes componentes da forragem em oferta (gramínea verde, gramínea seca, leguminosa e invasoras) de pastagens exclusiva de gramíneas *B. humidicola* e consorciada com *D. ovalifolium*. Média de 3 taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>) e 3 repetições, no ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação (animais ha <sup>-1</sup> )	Teores de K da Forragem em oferta			
		Leguminosa	Gramínea verde	Gramínea seca	Invasoras
		----- g kg <sup>-1</sup> de K na MS -----			
<i>B. humidicola</i>	2	-	3,30	0,60	1,75
	3	-	3,40	0,57	2,90
	4	-	3,33	0,90	2,75
	Média	-	3,34 (A)a**	0,69 (C)a	2,47 (Ba)
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	1,85	3,55	0,80	2,35
	3	2,47	3,60	0,63	2,65
	4	2,15	3,40	0,80	2,80
Média	2,16 (B)*	3,52 (A)a	0,74 (C)a	2,60 (B)a	
Coef. Variação (%)		13,8			

\* médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey (P < 0,01).

\*\* médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey (P < 0,05).

### 4.5.2. Potássio na Liteira

Os teores de potássio (g kg<sup>-1</sup> de K na MS) na liteira existente nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciadas com *D. ovalifolium*, foram superiores (P<0,05) aos encontrados na liteira depositada (Tabela 19), ocorrência diferente da encontrada para o nitrogênio total da liteira existente (Tarré, 2000).

**Tabela 19:** Teores de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$  de K na MS) na liteira existente e depositada no período de 14 dias em pastagens exclusiva de gramínea (*B. humidicola*) e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*). Média de 3 taxas de lotação (2, 3 e 4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ) e 3 repetições durante o ano de 1995.

Pastagens	Taxa de lotação Animais $\text{ha}^{-1}$	Teores de K na liteira	
		Existente	Depositada em 14 dias
		----- $\text{g kg}^{-1}$ de K na MS -----	
<i>B. humidicola</i>	2	1,06 (b) *	0,92
	3	1,13 (b)	0,99
	4	1,40 (a)	0,99
	Média	1,20	0,97
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	1,31 (a)	1,07
	3	1,32 (a)	1,04
	4	1,31 (a)	1,06
	Média	1,31	1,06
Coef. Variação (%)		9,5**	10,8 <sup>ns</sup>

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ).

\*\* Média das pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada, havendo diferença significativa ao nível de  $P = 0,05$ .

ns: Não há diferença significativa ao nível de ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

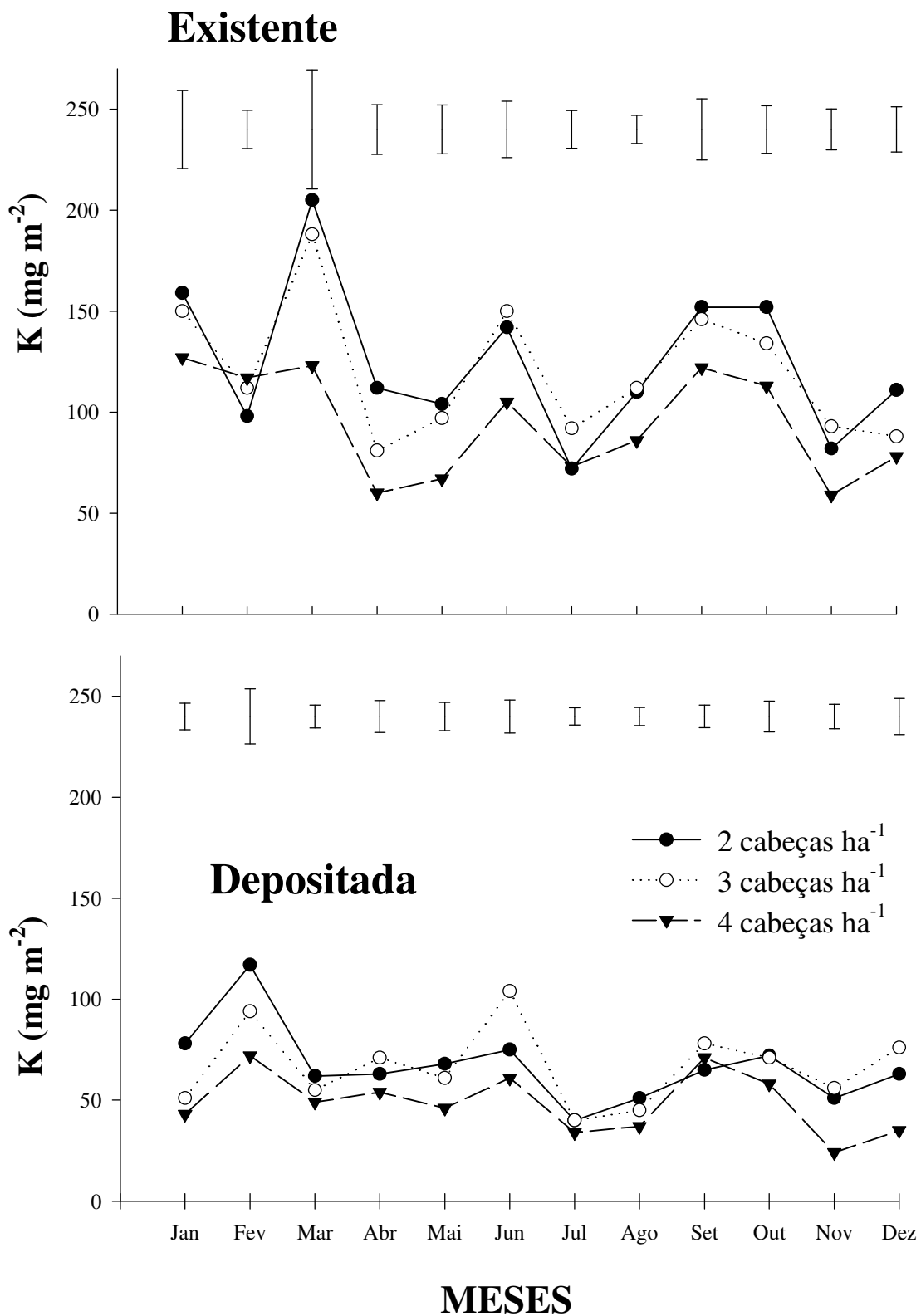
Na Tabela 18 os teores de K na gramínea seca foram inferiores aos encontrados nas liteiras existente e depositada em 14 dias (Tabela 19). Esse aumento na concentração de K na liteira se deve ao fato de que a liteira presente na superfície do solo sofre rápida decomposição, concentrando mais nutrientes na matéria seca remanescente.

#### 4.5.3. Reciclagem de Potássio pela Liteira

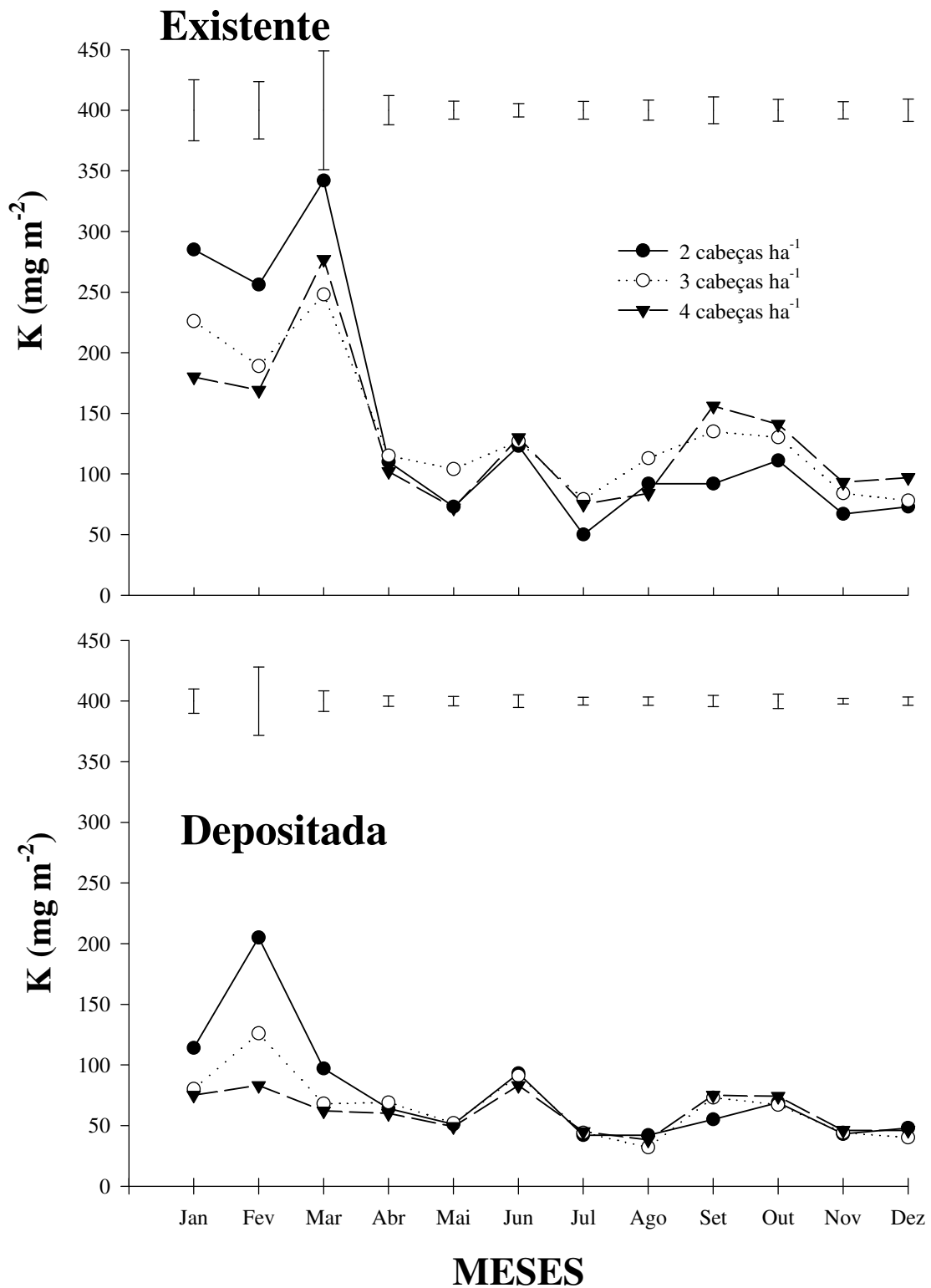
Da mesma forma que para o fósforo, a deposição de potássio ( $\text{mg m}^{-2}$ ) na liteira existente e depositada em 14 dias, tanto para a pastagem em monocultura como para a pastagem consorciada, foi maior nas menores taxas de lotação (2 e 3 animais  $\text{ha}^{-1}$ ), fato esse devido à maior disponibilidade de forragem em oferta para pastejo não consumida, que por sua vez disponibilizou uma maior quantidade de material a ser senescido (liteira) para ser reciclado no sistema. Já na maior taxa de lotação (4 animais  $\text{ha}^{-1}$ ), a deposição de potássio foi menor devido à maior pressão de pastejo nessas áreas, deixando uma menor disponibilidade de forragem para ser reciclada via liteira (Figuras 13 e 14).

As pastagens consorciadas com *D. ovalifolium*, independentemente das taxas de lotação, favoreceram uma maior deposição de potássio, fato que se deve à presença da leguminosa no sistema de consórcio (Figuras 13 e 14).

A alta deposição de potássio no mês de fevereiro de 1995 em relação aos outros meses (Figuras 13 e 14) foi devida à ocorrência de um veranico no mês anterior (janeiro de 1995) que por sua vez repercutiu no mês de fevereiro (Figura 7).



**Figura 13:** Quantidade de potássio presente na liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura sob 3 diferentes taxas de lotação, durante o ano de 1995. As barras representam o erro padrão da média.



**Figura 14:** Quantidade de potássio presente na liteira existente e depositada em 14 dias nas pastagens de *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium*, sob 3 diferentes taxas de lotação, durante o ano de 1995. As barras representam o erro padrão da média.

Nas pastagens exclusivas de *B. humidicola* uma média anual de aproximadamente 63 mg m<sup>-2</sup> de K foi depositada na superfície do solo em cada período de 14 dias, e nas pastagens consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium* aproximadamente 68 mg m<sup>-2</sup> de K foram depositados (Tabela 20). A presença da leguminosa *D. ovalifolium* depositou aproximadamente 9% a mais de potássio no sistema.

A liteira existente na superfície do solo variou muito pouco durante o ano (Rezende et al., 1999) e o seu conteúdo médio de potássio foi de aproximadamente 117 mg m<sup>-2</sup> de K para a pastagem de *B. humidicola* em monocultura, sendo que na menor taxa de lotação aproximadamente 125 mg m<sup>-2</sup> de K foi depositado. Já para a pastagem consorciada, 136 mg m<sup>-2</sup> de K foram depositados, havendo uma entrada de aproximadamente 17% a mais de potássio no sistema em relação à pastagem em monocultura (Tabela 20).

Utilizando-se da equação 10 descrita no material e métodos, foi calculada a constante “k” de decomposição para o potássio da liteira nas pastagens. Para as pastagens de *B. humidicola* em monocultura, os valores ficaram entre 0,0528 e 0,0734 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (média de 0,0619 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); já para as pastagens consorciadas com *D. ovalifolium* os valores ficaram entre 0,0522 e 0,0739 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (média de 0,0595 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 20). Valores médios de “k” para o potássio em kudzu tropical e *Panicum sp.* sob cobertura viva foram iguais a 0,0605 e 0,0861 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Espindola, 2001).

**Tabela 20:** Conteúdo de potássio das liteiras existente e depositada em 14 dias, taxa de decomposição e conteúdo de K depositado em 1 ano nas pastagens exclusiva de *B. humidicola* e *B. humidicola* consorciada com *D. ovalifolium* pastejadas por animais sob 3 diferentes taxas de lotação durante o ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação	Conteúdo de K na liteira		Taxa de decomp. (k)	Meia Vida	Conteúdo de K depositado durante 12 meses	
		Existente	Depositada em 14 dias			Estimado de 14 dias <sup>¶</sup>	Corrigido <sup>+</sup>
		an. ha <sup>-1</sup>	mg m <sup>-2</sup> K			g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	dias
<i>B. humidicola</i>	2	124,9	67,2	0,0528	13,8	17,5	24,1
	3	120,4	66,8	0,0734	9,4	17,4	32,3
	4	104,1	54,1	0,0594	11,7	14,1	22,6
	Média	116,5	62,7	0,0619	11,6	16,3	26,3
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	139,5	76,9	0,0739	9,4	20,1	37,6
	3	135,7	65,5	0,0525	13,2	17,1	26,0
	4	131,3	61,4	0,0522	13,3	16,0	25,0
	Média	135,5	67,9	0,0595	11,9	17,7	29,5
Coef. Variação (%)		21,9	15,2	22,8	7,1	13,1	12,6
Análise de Variância							
Fator: Pastagem (P)		ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Taxa de Lotação (TL)		*	**	ns	**	*	**
Interação P x TL		ns	Ns	ns	ns	ns	ns

¶: Calculado a partir da equação: ((liteira depositada em 14 dias)/14) x 365 dias

+: Calculado de acordo com as perdas da liteira durante 14 dias de deposição (vide Material e Métodos)

\* e \*\*: diferença significativa ao nível de P<0,05 e P<0,01, respectivamente pelo teste Tukey.

ns: Não há diferença significativa ao nível de (P<0,05) pelo teste Tukey.



A partir dos valores de “k” estimou-se a meia vida do potássio da liteira, conforme a equação 11 do material e métodos, encontrando-se valores de meia vida de 9,4 a 13,1 dias (média de 11 dias) para pastagem em monocultura e de 9,4 a 13,3 dias (média de 11 dias) para as pastagens consorciadas (Tabela 20). Valores de meia vida de 10 dias foram encontrados por Brasil et al. (1998) trabalhando com *Panicum maximum*, *Calapogonium mucunoides* e a mistura 60-40% (gramínea/leguminosa). Provavelmente esse comportamento de rápida liberação de potássio na liteira é devido à ocorrência ser na forma iônica nas plantas, não participando assim de nenhuma estrutura orgânica (Taiz & Zeiger, 1991). Já Espindola (2001) estudando em “litter bags” a incorporação de diferentes coberturas vivas de solo (kudzu, siratro, amendoim forrageiro e *Panicum* sp.) obteve tempo de meia vida inferior a 12 dias para o potássio em todas as espécies estudadas para as épocas seca e chuvosa.

O total de potássio ciclado através da liteira (liteira corrigida) na pastagem de *B. humidicola* em monocultura foi da ordem de 22,6 a 32,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K, sendo o maior valor reciclado na taxa de lotação de 3 animais ha<sup>-1</sup> (Tabela 20).

Já nas pastagens consorciadas com *D. ovalifolium* observou-se uma maior reciclagem de potássio no sistema, em comparação às pastagens de *B. humidicola* em monocultivo, variando de 37,6 a 25,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K; somente na taxa de lotação de 3 animais ha<sup>-1</sup> houve um decréscimo do potássio reciclado em relação à pastagem em monocultura, em cerca de 6,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K. Em média as pastagens consorciadas reciclaram 3,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K a mais no sistema (Tabela 20).

A deposição de potássio nos solos das pastagens através da liteira é distribuída de forma homogênea em toda a pastagem, diferentemente do potássio reciclado via excretas animais, que é retornado ao sistema principalmente na forma de urina, com uma contribuição de 70 a 90% do excretado, restando de 30 a 10% para ser retornado via fezes (Moraes & Lustosa, 1997). Da mesma forma que para os demais nutrientes, esse retorno de nutrientes via excretas faz com que uma maior deposição seja realizada nas áreas improdutivas das pastagens como as proximidades dos malhadores, ficando o restante da pastagem sem o benefício dessa reciclagem via excreta (Haynes & Williams, 1993).

#### 4.5.4. Balanço de Potássio em Pastagens

Da mesma forma como calculado para o balanço de P o balanço de potássio foi obtido com os seguintes dados:

i- consumo de matéria seca de forragem pelos bovinos em pastejo (Tabelas 4 e 5) e os teores de potássio na matéria seca das extrusas (Tabela 21), fornecendo assim a quantidade total de potássio consumida pelos bovinos.

ii- ganho de peso vivo animal no ano de 1995 (Tabela 3) e a quantidade de potássio exportado na carcaça dos animais, dado esse obtido por estimativa de acordo com Wilkinson & Lowrey (1973) onde para o potássio cerca de 1,76 g kg<sup>-1</sup> é exportado na carcaça.

iii- média da produção fecal (Tabelas 4 e 5) e os teores de potássio encontrados nas fezes (Tabela 22).

Os teores de K na extrusa, na média de duas épocas, foram de 13,7 e 15,3 g kg<sup>-1</sup> de K na MS (Tabela 21), sendo superiores aos da gramínea verde (3,34 e 3,52 g kg<sup>-1</sup> de K na MS) (Tabela 18) para as pastagens em monocultura e consorciadas, respectivamente, aumento de aproximadamente 312 e 333% para a pastagem em monocultura e consorciada, respectivamente.

**Tabela 21:** Teores de K ( $\text{g kg}^{-1}$  de K na MS) da extrusa selecionada por bovinos esôfago-fistulados submetidos a diferentes taxas de lotação, em agosto e novembro de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais $\text{ha}^{-1}$	Teores de K na Extrusa	
		Agosto de 1995	Novembro de 1995
----- $\text{g kg}^{-1}$ de K na MS -----			
<i>B. humidicola</i>	2	12,08	17,30
	3	11,49	17,29
	4	11,72	12,63
	Média	11,76 (a) <sup>1</sup>	15,74 (b)
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	13,39	19,21
	3	13,38	17,63
	4	11,50	16,43
	Média	12,76 (a)	17,76 (a)
Coef. Variação (%)		12,8	18,7

<sup>1</sup> - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre sí, pelo teste Tukey.

\* ( $p < 0,05$ ) e \*\* ( $p < 0,01$ )

Em média, os valores de K nas fezes dos animais das pastagens de *B. humidicola* em monocultura e consorciada foram de 4,25 e 5,27  $\text{g kg}^{-1}$  de K, respectivamente (Tabela 22), valores esses que foram superiores aos encontrados por Braz et al. (2001) de 2,5  $\text{g kg}^{-1}$  de K e Buschbacher (1987), de 3,61  $\text{g kg}^{-1}$  de K, ambos com animais pastejando *B. decumbens*.

**Tabela 22:** Teores de K nas fezes de bovinos em pastagens de *B. humidicola*/*D. ovalifolium* e *B. humidicola* em monocultura submetidos a diferentes taxas de lotação, no ano de 1995.

Pastagem	Taxa de Lotação animais $\text{ha}^{-1}$	Teores de K nas Fezes $\text{g kg}^{-1}$ K
<i>B. humidicola</i>	2	3,50 (a) *
	3	5,33 (c)
	4	3,92 (a)
	Média	4,25
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	4,00 (b)
	3	5,58 (bc)
	4	6,25 (c)
	Média	5,27
Coef Variação (%)		18,2

\* - Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre sí, pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

Da mesma forma como ocorrido para o fósforo, à dieta selecionada pelos animais esôfago-fistulados em pastejo (extrusa) foram superiores em potássio aos da gramínea verde da forragem em oferta, mostrando a eficaz seleção exercida pelos bovinos quando com forragem suficiente para que haja seletividade no pastejo.

Os teores de K encontrados na extrusa foram inferiores aos encontrados por Buschbacher (1987), estudando pastagens de *Brachiaria decumbens* puras, que obteve valores de 17,38  $\text{g kg}^{-1}$  de K.

Quando avalia-se a exportação de nutrientes na forma de produto animal (carne) nas pastagens de *B. humidicola* em monocultivo e *B. humidicola* consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, através de estimativa (Wilkinson & Lowrey, 1973), considerando-se que os

animais exportam em média 1,76 g kg<sup>-1</sup> de K de peso vivo. A carcaça bovina exporta do sistema quantidades insignificantes de potássio, com valores de aproximadamente 0,64 e 0,7 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K para as pastagens em monocultura e consorciada, respectivamente (Tabela 23).

Diferentemente do que ocorre para o fósforo, onde praticamente todo o P excretado sai na forma de fezes e somente traços é excretado pela urina, o potássio excretado pelos animais é eliminado prioritariamente pela urina, ficando uma menor proporção para as fezes. Com os dados obtidos da Tabela 23 podemos observar que em termos percentuais o K excretado pela urina representou em média 82,9 e 79,8% do total de K excretado para as pastagens de *B. humidicola* em monocultivo e *B. humidicola* consorciadas com a leguminosa *D. ovalifolium*, respectivamente. O restante foi excretado pelas fezes dos animais.

A reciclagem total do potássio na forma de liteira e excreta (fezes e urina) nas pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com leguminosa *D. ovalifolium* reciclaram ao sistema aproximadamente 124,8 e 143,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K, respectivamente. As pastagens consorciadas reciclaram em média 15% a mais de potássio para o sistema, ou seja, cerca de 18,7 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K.

**Tabela 23:** Balanço de Potássio em bovinos azebuados em pastagem de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) em 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>). Média de 3 repetições.

Pastagem	Taxa de	Forragem	Sal Mineral	Exportado	Retorno de K		Balanço
	Lotação	Consumida <sup>1</sup>	Consumido	Carcaça <sup>2</sup>	Urina	Fezes	
	Animais ha <sup>-1</sup>	----- kg ha <sup>-1</sup> de K -----					
<i>B. humidicola</i>	2	94,7	0	0,54	80,6	13,5	0,06
	3	105,7	0	0,63	89,8	15,2	0,07
	4	160,0	0	0,75	141,7	17,5	0,05
	Média	120,1	0	0,64	104,0	15,4	0,06
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	84,0	0	0,54	76,3	7,2	-0,04
	3	145,1	0	0,72	122,7	21,7	-0,02
	4	149,8	0	0,83	106,0	43,0	-0,03
	Média	126,3	0	0,70	101,6	24,0	0,00

<sup>1</sup>: Estimativa da digestibilidade da forragem obtida de animais fistulados e a técnica do Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (material e métodos do Capítulo 1).

<sup>2</sup>: K exportado pela carcaça = 1,49 g kg<sup>-1</sup> (Wilkinson & Lowrey, 1973).

Da mesma forma como realizado para o balanço do P, foi realizado um novo balanço de potássio através da correção da digestibilidade que por sua vez irá afetar o real consumo de matéria seca pelos animais em pastejo. Os valores do balanço corrigido de K estão apresentados na Tabela 24, onde observa-se que os animais em pastejo nas pastagens consorciadas retornaram cerca de 15,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K a mais para o sistema.

**Tabela 24:** Balanço corrigido de Potássio em bovinos azebuados em pastagem de *B. humidicola* em monocultura e consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) em 3 diferentes taxas de lotação (2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>). Média de 3 repetições.

Pastagem	Taxa de	Fragem	Sal Mineral	Exportado	Retorno de K		Balanço
	Lotação	Consumida <sup>1</sup>	Consumido	Carcça <sup>2</sup>	Urina	Fezes	
	Animais ha <sup>-1</sup>	----- kg ha <sup>-1</sup> de K -----					
<i>B. humidicola</i>	2	81,6	0	0,54	70,6	10,5	-0,04
	3	101,9	0	0,63	80,5	20,9	-0,13
	4	113,9	0	0,75	92,3	20,8	0,05
	Média	99,1	0	0,64	81,1	17,4	-0,04
<i>B. humidicola/ D. ovalifolium</i>	2	82,2	0	0,54	70,5	11,2	-0,04
	3	128,1	0	0,72	100,2	27,2	-0,02
	4	133,7	0	0,83	96,5	36,4	-0,03
	Média	114,7	0	0,70	89,1	24,9	0,00

<sup>1</sup>: Estimativa da digestibilidade da forragem obtida de animais fistulados e a técnica do Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (material e métodos do Capítulo 1).

<sup>2</sup>:K exportado pela carcaça = 1,49 g kg<sup>-1</sup> (Wilkinson & Lowrey, 1973).

As diferentes proporções de potássio excretados na forma de fezes e urina estão dentro da faixa dita como normal por Moraes & Lustosa (1997), onde 70 a 90% do K é excretado pela urina, e o restante (10-30%) excretado pelas fezes.

Do total de potássio consumido pelos animais cerca de 0,5 a 0,6% foram retidos pelos animais na sua carcaça, sendo a maior parte do total ingerido retornado ao sistema principalmente na forma de urina, o inconveniente é que esse retorno é distribuído desuniformemente nas pastagens, se concentrando nas áreas próximas aos malhadores (saleiros, áreas de descanso, bebedouros, etc.).

Considerando que para o potássio há perdas potenciais no sistema de pastagem esses valores reciclados podem vir a ser inferiores aos apresentados.

#### 4.6. CONCLUSÕES

A presença da leguminosa *D. ovalifolium* provocou um aumento no conteúdo de K da liteira, contribuindo com uma reciclagem de 37,6; 26,0 e 25,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K, nas taxas de lotação de 2, 3 e 4 animais ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para ambas as pastagens o aumento na taxa de lotação comprometeu a reciclagem de K através da liteira depositada no solo.

As pastagens de *B. humidicola* em monocultura e *B. humidicola* consorciada com leguminosa (*D. ovalifolium*) reciclaram ao sistema aproximadamente 124,8 e 143,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K, respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

Após 9 anos de pastejo as pastagens cultivadas de Braquiária em monocultura e consorciadas mantiveram um ganho de peso animal satisfatório, mostrando uma eficaz sustentabilidade da produção.

O consumo de matéria seca foi afetado negativamente pela presença da leguminosa *D. ovalifolium* devido à sua baixa palatabilidade.

Apesar da baixa palatabilidade do *D. ovalifolium*, a proporção da leguminosa na dieta consumida foi bastante significativa, sendo maior nas taxas de lotação mais elevadas onde a seletividade dos animais foi mais restrita, apesar de que na taxa de lotação menor, havia uma maior proporção da leguminosa na forragem em oferta.

Apesar da complexa manutenção da leguminosa *D. ovalifolium* em sistemas de pastagens, a sua importância está mais relacionada com a ciclagem de nutriente, do que à melhoria na dieta animal, mantendo a sustentabilidade do sistema por longos anos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES B. J. R., REZENDE C. de P., RESENDE A. S., MACEDO R., TARRÉ R. M., URQUIAGA S. & BODDEY R. M. Estimation of N<sub>2</sub> fixation in *Desmodium ovalifolium* from the relative ureide abundance of stem solutes: Comparison with the <sup>15</sup>N-dilution and an *in situ* soil core technique. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Hingham, v. 56, p. 177-193, 2000.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. Ed. Argos, 2004, p.17-30.

AROEIRA, L. J. M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. **Anais do Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes**, Lavras, 1997, p.127-164.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de ruminantes en pastoreo. In: JOBIM, C.C., SANTOS, G.T. & CECATO, U. **Anais**, Simposio sobre avaliação de pastagens com animais. Maringá - PR. p.1-23, 1997.

ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (Nutrient uptake and nutrient return). **Australian Journal of Botany**, Melbourne. v. 28. p.199-222, 1980.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE C. P; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R. & URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: The key to understanding the process of pasture decline **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam. v. 103: 389-403. 2004.

BODDEY, R. M.; RAO, I. M. & THOMAS R. J. Nutrient cycling and environmental impact of Brachiaria pastures. In: **Brachiaria: the Biology, Agronomy and Improvement**. MILES, J.W.; MASSAS, B.L. & VALLE, C.B., (Eds) Publication 259, CIAT, Cali, Colombia. 1996. p.72-86.

BODDEY, R.M., REZENDE, C. DE P., PEREIRA, J.M., CANTARUTTI, R.B., ALVES, B.J.R., FERREIRA, E., RICHTER, M., CADISCH, G. & URQUIAGA, S. The nitrogen cycle in pure grass and grass/legume pastures: Evaluation of pasture sustainability. In: Nuclear Techniques in Soil-Plant Studies for Sustainable Agriculture and Environmental Preservation., **Proceedings** Vienna: FAO/IAEA 1995, p.307-319.

BODDEY, R.M. & VICTORIA, R.L. Estimation of biological nitrogen fixation associated with Brachiaria and Paspalum grasses using N<sup>15</sup>-labelled organic matter and fertilizer. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 90: 265-292, 1986.

BRADY, N. C.. **The nature and properties of soils**. Twelfth Edition. Printice Hall, Inc. Simon and Schuster A Viacon Company. Upper Saddle River, New Jersey 1999. 881p.

BRASIL, F.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.; FERREIRA, E.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Efeito da liteira da leguminosa na decomposição da liteira de Panicum maximum e na liberação de N, P e K para o solo. In: Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas 1998, **Anais...** Caxambú: FERTIBIO, 1998. p.785.

BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CANTARUTTI, R.B.; REGAZZI, J. & MARTINS, C.E. Reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagens de *B. decumbens* 2. Degradação das placas de fezes e influência dos nutrientes liberados na pastagem. In: **Anais SBZ**, Piracicaba, SP. 2001. CD-ROM.

BRUCE R. C. & EBERSOHN J. P. Litter measurements in two grazed pastures in south east Queensland, **Tropical Grassland**, Brisbane. v.16, p.181-185, 1982.

BUSCHBACHER, R.J. Cattle productivity and nutrient fluxes on an Amazon Pasture. **Biotropica**, Louis v.19, n.3 p.200-207. 1987.

CANTARUTTI R. B. Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv Itabela no sul da Bahia. **Tese Doutorado**, UFV, Viçosa-MG, Brasil. 1996, 132p.

CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO Jr., D. & COSTA; O.V. Impacto do animal sobre o solo: Compactação e reciclagem de nutrientes. In: MATTOS, H.R.S. (Ed.). **Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", SBZ, 2001. p.826-837.

COELHO DA SILVA, J. F.; CAMPOS, J. & CONRAD, J. H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experimentiae**, Viçosa, v:8, p.1-23. 1968.

CORBETT, J.L.; GREENHALG, J.F.D; McDONALD, I. & FLORENCE, E. Excretion of chromium sesquioxide administered as a component of paper to sheep. **British. Journal of Nutrition**, London. v.14, p. 289-299, 1960.

CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A. & CAMARGO, F.A.de O. Ed. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. Porto Alegre, 1999, p.197-225.

CORSI, M. Espécies forrageiras para pastagens. In PEIXOTO et al. (Eds). **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**, Piracicaba, FEALQ, p.185-206, 1986.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. pg 177-193. In: **Novas Tecnologias de Produção Animal** - Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba: FEALQ, 1990. 238p.

CORSI, M. & MARTHA Jr., G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: 14º SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 1997. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.161-192.

COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em uma área degradada revegetada com leguminosas arbóreas em um fragmento florestal em crescimento secundário "capoeira". **Tese de Mestrado**, Niterói, UFF, 1998. 87p.

COUTO, W.S.; NETO, J.F.T.; VEIGA, J.B.D. & NETO, M.S. Utilização de duas fontes de fosfato no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pasturas Tropicales**, Cali. v.17, n.2, p.25-28, 1995.



DIAS-FILHO, M.B. Níveis críticos internos de fósforo de três acessos de *Panicum maximum*. **Pasturas Tropicais**, Cali. v.17, n.2, p.9-11, 1995.

EMBRAPA-CPAFRO Centro de Pesquisa em Agrofloresta Rondônia. **Relatório Técnico Anual**, Rondônia 2003. 302p.

ESPINDOLA, J.A.A. Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e suas influência sobre a produção de bananeira (*Musa spp.*). **Tese doutorado**, UFRRJ, Seropédica-RJ. 2001, 144p.

EUCLYDES R. F. **Manual de Utilização do Programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genética), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 59p. 1983.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, December, nº4, 2002. In: **Food Outlook**. <<http://www.fao.org/giews/english/listserv.htm>> acesso em: 25 nov. 2004.

FERREIRA, E.; REZENDE, C. DE P.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. & ALVES, B. J. R. Decomposição da liteira de diferentes espécies forrageiras avaliadas no campo em diversas condições climáticas. **Anais... XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Rio de Janeiro. 1997. CD-ROM.

FRIESEN, D.K.; RAO, I.M.; THOMAS, R.J.; OBERSON, A. & SANZ, J.I. Phosphorus acquisition and cycling in crop and pasture systems in low fertility tropical soils. **Plant and Soil**, Dordrecht. v. 17 p.289-294. 1997.

GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. (Ed.). **Solos dos Cerrados: Tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p.129-166.

GOMIDE, J.A.; LEÃO, M. I.; OBEID, J. A. & ZAGO, C. P. Avaliação de pastagens de Capim Colômbio (*Panicum maximum*) e Capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa. v.13, nº.1, p.1-29, 1984.

GONZALEZ, M.I.M. & GALLARDO, J.F. El efecto hojarasca: una revision. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madri, v.41, p.1129-1157, 1982.

GRESSEL, N. & MCCOLL, J.G. Phosphorus mineralization and organic matter decomposition: critical review. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E. (Eds.) **Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition**. CAB International, Wallingford, UK, 1997. p.297-309.

GUERRA, J.G.M.; FONSECA, M.C.C.D.; ALMEIDA, D.J.D.; DE-POLLI, H. & FERNANDES, M.S. Conteúdo de fósforo da biomassa microbiana de um solo cultivado com *Brachiaria decumbens* Stapf. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.30, n.4, p.543-551, 1995.

HANDAYANTO, E. GILLER, K.E. & CADISCH, G. Regulating N release from legume tree prunings by mixing residues of different quality. **Soil Biology Biochemistry**, New York v.29: p1417-1426, 1997.

HÄTTENSCHWILER, S. & VITOUSEK, P.M. The role of polyphenol in terrestrial ecosystem nutrient cycling. **Trees**, v.15: p.238-243, 2000.

HAYANES, R.J. & WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pastures ecosystem. **Advances in Agronomy**, San Diego. v.49, p.119-199, 1993.

HECTOR, A., BEALE, A.J., MINNS, A., OTAWAY, S.J. & LAWRON, J.H. Consequences of reduction of plant diversity and microenvironment. **Oikos**, Rio de Janeiro. v.90: p.357-371, 2000.

HODGSON, J.G. **Grazing management: science into practice**, New Zealand: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

HORN, F.P., TELFORD, J.P., MCCROSKEY, J.E. et al. Relationship of animal performance and dry matter intake to chemical constituents of grazed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign. v. 49, n.4, p.1051-1058, 1979.

JONES, R.J. The use of natural carbon isotope ratios in studies with grazing animals. In: WHEELER, J.L. & MOCHRIE, R.D. CSIRO (Eds) **Forage evaluation: Concepts and Techniques**. p.277-286. 1981.

JONES, R.J. & LASCANO, C.E. Oesophageal fistulated cattle can give unreliable estimates of the proportion of legume in the diets of resident animals grazing tropical pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford. v. 47, p.128-132. 1992.

KIMURA, F.T. & MILLER, V.L. Chromic oxide measurement. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.5, n.3, p.216-232, 1957.

LASCANO C. E. & EUCLIDES V. P. B. Nutritional quality and animal production of *Brachiaria* pastures. In: MILES, J.W.; MASSAS, B.L. & VALLE, C.B., (Eds) **Brachiaria: the Biology, Agronomy and Improvement**. Publication 259, CIAT, Cali, Colombia. 1996. p.106-123.

LASCANO, C. Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo y la selección de plantas forrajeras bajo pastoreo. In: PALADINES, O. & LASCANO, C. (Eds) **Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: Metodologías de evaluación**. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. p.49-64, 1983.

LASCANO, C.; HOYOS, P. & VALASQUEZ, J. Aspectos de calidad forrajera de *B. humidicola* (Rendle) Schweickert en la altillanura plana de los llanos orientales de Colombia, In: Simpósio sobre o cerrado: Savanas alimento e energia, 6. **Anais...** Brasília, EMBRAPA-CPAC. 1988. p.447-456.

LAMOSAS A. Avaliação de misturas minerais para novilhos de corte em pastagens de *Brachiaria humidicola*. In: 1ª RIEPT-Amazonica Lima, Peru: 1990. **Anais...** Lima: CEPLAC-CEPEC 1990. p.11-17.

LOBATO, E., KORNELIUS, E. & SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: Congresso Brasileiro de Pastagens. 1986, PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C. & FARIA, V.P. (Eds) **Anais...** Piracicaba: ESALQ. 1986. p.199-224.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS 1998. 153p.

LOURENÇO A.J. & CARRIEL, J.M. Desempenho de bovinos nelore em pastagens de *Brachiaria brizantha* associada a *Leucaena leucacephala*. In: XXXIV Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia 1997. **Anais...** Juiz de Fora, 1997. p.345-347.

LOURENÇO, A.J. & LASCANO, C. Efeito do pastejo seqüencial na composição botânica da forragem disponível e da dieta selecionada por bovinos em pastagens de *Andropogon gayanus* consorciado. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa. v.45, n.2: p.333-342. 1988.

LUDLOW, M.M.; THOUGHTON, J.H. & JONES, R.J. A technique for determination the proportion of C3 and C4 species in plant samples using stable natural isotopes of carbon. **Journal of Agriculture Science**. Cambridge v.87, p.625-632. 1976.

MACEDO, M.C.M. Degradação, renovação e recuperação de pastagens cultivadas: Ênfase sobre a região dos Cerrados. In: Simpósio sobre Manejo Estratégico de Pastagens. 2002 OBEID. J.A., PEREIRA. O.G., FONSECA D.M. DA & NASCIMENTO Jr. D (Eds.) **Anais...**, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa 2002. p.85-108.

MACEDO, R. O. Avaliação do consumo e da composição da dieta de bovinos alimentados com diferentes proporções de *Brachiaria dictyoneura* e *Desmodium ovalifolium*, cv. Itabela (CIAT 350). **Tese de mestrado**, UFRRJ. Seropédica-RJ. 1999, 75p.

MACEDO, R; TARRÉ, R.M; ALVES, B.J.R; URQUIAGA, S; REZENDE, C. DE P; PEREIRA, J.M & BODDEY, R.M. Efeito da presença da leguminosa *Desmodium ovalifolium* no consumo de pastagens de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt por bovinos de corte. In: Congresso Latino-Americano del Produccion Animal, 2002, Montevideo **Anais...**Montevideo, 2002. p.28-31.

MACEDO, R. O. Impacto das leguminosas forrageiras *Stylosanthes guianensis* e *Arachis pintoi* na disponibilidade forrageira em pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura e consorciada sob Cerrado. **Tese de doutorado**, UFRRJ. Seropédica-RJ. 2003, 92p.

MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G., (Cord.). **Fisiologia Vegetal**. Ed. São Paulo: EPU, 1985. p.77-116.

MALAVOLTA, EURIPEDES. **Manual de química Agrícola: Adubos e Adubações**. 3ªed. Editora Agronomica Ceres Ltda. São Paulo, 1981, 596p.

MARASCHIN, G.E. **Avaliação de gramíneas e leguminosas tropicais consorciadas sob diferentes sistemas de manejo de pastagem**. Campinas – Fundação Cargill, v.ii, 1981, 51p.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of righer plants**. Academic Press. San Diego: 1995, 889p.

MEIRELLES, J.C.S. Pecuária bovívdea - O desafio da produtividade. In: **Folha da EMBRAPA**. Brasília: EMBRAPA, Ano IV nº 23, p.2. 1996.

MELO, A. A. O. **Levantamento de solos da estação de Zootecnia do extremo sul da Bahia**. Ilhéus: CEPLAC, 1983. 31p. (Boletim Técnico 114).

MENDONÇA, J.R. Fotointerprete, fotografias aéreas, recobrimento trimetrogon e imagem do sistema landsat. In: **Calendário Annual 1994**, Ilheus: CEPLAC-CEPEC, p.3, 1994.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, New York, 1990. 483p.

MONTEIRO, F.A. & WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: 14º Simpósio Sobre o Manejo da Pastagem, 1997. **Anais...**, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz", 1997. p.55-84.

MORAES, A. & LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais 1997, Ed. JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. & CECATO, U. **Anais...**, Maringá: Departamento de Zootecnia, CCA/UEM. 1997. p.129-149.

OLIVEIRA O.C.; OLIVEIRA I.P.; FERREIRA E.; ALVES B.J.R.; CADISCH G.; MIRANDA C.H.B.; VILELA L.; BODDEY R.M. & URQUIAGA S. A baixa disponibilidade de nutrientes como uma causa potencial da degradação de pastagens no cerrado brasileiro. In III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 1997, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: SINRAD 1997. p.110-117.

OLIVEIRA O.C.; OLIVEIRA I.P.; ALVES B.J.R.; URQUIAGA S. & BODDEY R.M. Chemical and biological indicator of decline/degradation of brachiaria pasture in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam. v.103. p.289-300. 2004

PALM, C.A. & ROWLAND, A.P. Chemical characterization of plant quality for decomposition. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E. **Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition**. Wallingford, CAB International, 1997. p.379-392.

PALM, C.A.GACHENGO, C.N., DELVE, R.J., CADISCH, G. & GILLER, K.E. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam. v.83, n.1-2. p.27-42, 2001.

PEREIRA, J. M. Avaliação de pastagens de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick, em monocultura ou consorciado com leguminosas e submetidas a diferentes taxas de lotação, na região Sul da Bahia. **Tese doutorado**, UFV, Viçosa. 1991. 232p.

PEREIRA, J. M.; NASCIMENTO D. Jr.; CANTARUTTI, R. B. & REGAZZI, A.J. Consumo e ganho de peso de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria humidicola* em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia**, Viçosa. v. 21, n.1, p.118-131, 1992.

PEREIRA J.M., NASCIMENTO D. JR, SANTANA J.R., CANTARUTTI R.B. & LEÃO M.I. Teor de proteína bruta e digestibilidade "in vitro" da matéria seca da forragem disponível e da dieta selecionada por bovinos em pastagem de *B. humidicola* (Rendle) Schweick, em

monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetida a diferentes taxas de lotação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 21, n.1, p.104-117, 1992<sup>b</sup>.

PEREIRA, J.M.; BODDEY, R.M. & REZENDE, C.P. Pastagens no ecossistema Mata Atlântica: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia 1995, Ed.: ANDRADE, R.P.; BARCELLOS, A.O. & ROCHA, C.M.C., **Anais...**, Viçosa: UFV 1995. p. 94-146.

PERES, J.R.R.; SHUET, A R.; VARGAS, M.A T. & DROZDOWICZ, A. Produção de resíduos vegetais em áreas de cerrados do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, p.1037-1043, 1983.

RAYMOND, W.F. & MINSON, D.J. The use of chromic oxide for estimating the faecal production of grazing animal, **Journal British Grassland Society**, Oxford v.10, p.282-296, 1955.

RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. **Advances in Agronomy**, San Diego. v.21, n.1 p.1-103, 1969.

RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J. & SILVA, J. E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (Documentos, 36).

REZENDE C. DE P., CANTARUTTI R. B., BRAGA J. M., GOMIDE J. A., PEREIRA J. M., FERREIRA E., TARRÉ R., MACEDO R., ALVES B. J. R., URQUIAGA S., CADISCH G., GILLER K. E. & BODDEY R. M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling Agroecosystem**, Hingham, v.54, p.99-112, 1999.

RUSSELLE M. P. Nutrient cycling in pasture, In, International Symp, Animal Production under Grazing, GOMIDE, J A. (Ed) 1997, Viçosa. **Proceeding...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 1997, p.235-266.

SALIBA, E.O.S., RODRIGUEZ, N.M., GONÇALVES, L.C., et al., Estudo comparativo da Lignina isolada da palha de milho, com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente, Porto Alegre. Anais da S.B.Z., 1999, 1 CD ROM.

SHAW, K.A.; GILBERT, M.A.; ARMOUR, J.D. & DWYER, M.J. Residual Effects of Phosphorus Fertiliser in a Stylo Native Grass Pasture on a Duplex Red Earth Soil in the Semi-Arid Tropics of North Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne. v.34, n.2, p.173-179, 1996.

SILVA, J. F. C da; CAMPOS, J. & CONRAD, J.H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experimentiae**, Viçosa. v. 8, p.1-23, 1968.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos = Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitaria. 166p.,1981.

SILVA, L.F. **Solos e aptidão agrícola**. Ilhéus, Brasil, CEPLAC/IICA. 176p., 1974.

SINGH, J.S. & GUPTA, S.R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Review**, New York. v. 43, n. 4, p. 449-515, 1977.

SCHUNKE R.M. Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Tese de Doutorado**, UFRRJ Seropédica. 1998, 111f.

SMITH, B.N. & EPSTEIN, S. Two categories of  $^{13}C/^{12}C$  ratios for higher plants. **Plant Physiology**, Rockville. v.47, p.380-384, 1971.

SPAIN J.M. & SALINAS J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilheus CEPLAC, 1985. p.259-299.

STEVENSON, F.J. **Cycles of carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. New York, Ed. John Wiley & Sons. 427p. 1986.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**. John Wiley & Sons, New York, 496p.1994.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Plant physiology**, Redwood: Benjamin/Cummings Publishing Company, 565p. 1991.

TARRÉ, R.M. Efeito da introdução da leguminosa *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela CIAT 350 na ciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria humidicola* Rendel no Extremo Sul da Bahia. **Tese de Mestrado**, UFRRJ, Seropédica, 2000. 135p.

TEDESCO M.J., GIANELLO C., BISSANI C.A., BOHNEN H. & VOLKWEISS S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS, Porto Alegre-RS (Boletim Técnico nº 5) 174p. 1995.

THEURER, C.B. Nutrient and botanical composition of the diet of cattle grazing native range. In: Range Presearch and Range Problems. Madison, **Crop Science Society of America**, Madison. p.31-41; 1970.

THOMAS, R.J. & ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology Biochemistry**, New York. v.25, n.10, p.13-51, 1993.

THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford. v.47, p133-142, 1992.

TILLEY, J. M. A. & TERRY, R. A. A two stages technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**., Hurley, v.18 (1): p. 104-111, 1963.

USDA. **World Beef Trade Overview**, disponível em: <[www.fas.usda.gov/dlp/circular/2004/04-10LP/beefoverview.html](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2004/04-10LP/beefoverview.html)>, Acesso em: 19 out. 2004.

VALLE, C. B. DO, EUCLIDES, V. P. B. & MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: 17<sup>o</sup> Simpósio sobre manejo da pastagem. 2000, Piracicaba Eds. ARISTEU M. PEIXOTO, CARLOS G. S. PEDREIRA, J. C. DE MOURA & V. P. DE FARIA. – **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2000. p.65-108.

VAN DYNE, G. M. & TORREL, D. T. Development and use of esophageal fistula. A review. **Journal Range Management**, Arizona. v:17; p.7-19; 1969.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, Cornell: Cornell University. 1994. 475p.

WARDLE, D.A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in the soil. **Biology Review**, Cambridge. v.67, p.321-358, 1992.

WERNER J.C. **Adubação de Pastagens**. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, Boletim Técnico 18, 49p. 1986.

WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria spp.* In: 11º Simpósio sobre manejo da pastagem Ed. PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.D. & FARIA, V.P.D., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.32-34.

WILKINSON, S.R. & LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W. & BAILEY, R.W. (Eds.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, v:2. p.247-315, 1973.

WILLIAMS, P.H., HEDLEY, M.J. & GREGG, P.E.H. Uptake of potassium and nitrogen by pasture from urine-affected soil. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, Wellington, v. 32, n. 3, p. 415-421, 1989.

ZECH, W., SENESIN, GUGGENBERG, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A. & SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of organic matter in the tropics. **Geoderma**, Amsterdam. v:79; p.177-161, 1997.

ZIMMER, A. H. & Filho, E. K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: **Anais International Symposium on Animal Production under Grazing**, Viçosa: UFV, Ed. GOMIDE, p.349-380. 1997.