

MARCIA MASCARENHAS GRISE

PARTIÇÃO DA BIOMASSA E DE NUTRIENTES NA PASTAGEM DE
BAHIAGRASS cv. *PENSACOLA* EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO COM NOVILHOS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Adelino Pelissari

CURITIBA

2005

"O importante é não parar de fazer perguntas"

-Albert Einstein-

**Ao meu pai Marcio,
meu exemplo e principal incentivador,**

Dedico.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela oportunidade a mim proporcionada de usufruir um programa internacional de intercâmbio de conhecimentos, tão valioso à minha formação.

Agradeço a Universidade Federal do Paraná/UFPR, Universidade na qual tenho orgulho de haver recebido o grau de Engenheiro Agrônomo, pela chance de realizar uma vez mais meus estudos nesta instituição.

Agradeço enormemente a University of Florida, e em especial ao Prof. Dr. Lynn E. Sollenberger por haverem me recebido como “Scholar Research”.

Agradeço ao Prof. Dr. Adelino Pelissari, um orientador desafiador e atencioso, que apoiou não só a mim mas a toda a minha família no momento mais marcante de nossas vidas.

Agradeço aos Professores Dr. Bruce W. Mathews, da University of Hawaii, e aos Professores Dr. Donald Graetz, Dr. Rao S. Mylavarapu, Dr. Adegbola Adesogan da University of Florida, pelos conhecimentos e ajuda fornecidos durante a condução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Aníbal de Moraes e ao Pesquisador Dr. Edílson Batista de Oliveira, pela cooperação e co-orientação, conselhos e tempo dispensados a mim e ao meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Flávio Zanette pela atenção e dedicação com que intercedeu por mim junto a CAPES, todas as vezes que necessário.

Agradeço, igualmente, ao suporte companheirismo e dedicação dos amigos aqui do Brasil e daqueles que foram minha família durante minha estada na Flórida: Ao Beto Azevedo, que assumindo o papel de irmão mais velho, foi quem me empurrou na idéia de enfrentar o desafio de um doutorado sanduíche na universidade da Flórida. Ao Tim McLendon e a Sindy Interrante, que apesar de todas as diferenças culturais, foram amigos e companheiros, além de me apresentarem sua cultura com paciência e dedicação. Ao Gustavo Mello, que foi um ótimo “room-mate”, dividindo a casa, as saudades, e muitos pratos gostosos. À Aline Varandas e Marcelo Carvalho, José Carlos e Geórgia Dubeux, João Vendramini e Maria Lucia Azevedo Silveira, Edgar e Virna Schuk, Gabriel Borges e Paolete Soto, Marta Strambi-Kramer, e Quintino Reis que formaram comigo uma família de “brazucas” em solo americano. À caçulinha do grupo Roberta Noronha, que nos presenteou com a alegria de sua adolescência, agradeço.

Agradeço ao colega Lawton Stewart, e a Richard Fethiere, Jan Kivipelt, Dawn Lucas, e Pamela H. Miles, que sempre estavam lá para me ajudar, fosse no campo, no laboratório de avaliações de forrageiras, no laboratório de solos ou no laboratório de nutrição animal da University of Florida/IFAS.

À Gláucia Tyemi Yorinori, Melissa Watanabe-Angelotti, Karina Batista, ao Rodrigo “Balu” Luz Martins, à Scheila Valério, à Fabiana Cavichiolo, à Gisela Koloda, ao Lício Mascarenhas Grise e tantos outros que ficaram torcendo por mim, agradeço de coração.

Sem o apoio, seja financeiro, logístico ou, principalmente, moral, dispensados por estes, este trabalho jamais poderia ter sido realizado.

BIOGRAFIA DA AUTORA

MARCIA MASCARENHAS GRISE, filha de Albanira de Lourdes Mascarenhas Grise e Marcio Mascarenhas Grise, nasceu em Curitiba, Paraná, em 24 de outubro de 1974.

Formada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Paraná UFPR, Curitiba, em março de 1997.

Especialista em Administração de Empresas – Agribusiness, pela Faculdade Católica de Administração e Economia – FAE, Curitiba, Janeiro 1998.

Mestre em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal, pela Universidade Estadual de Maringá UEM, março de 2000.

Professora de Fitotecnia na Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, entre novembro de 2000 e março de 2002.

Em março de 2002 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná UFPR, em nível de Doutorado, Área de Concentração Produção vegetal em sistemas integrados, realizando estudos na área de ciclagem de nutrientes em ecossistemas de pastagens.

Bolsista CAPES/PDEE, Programa de Doutorado com Estágio no Exterior (Bolsa “Sanduíche”), realizou seu trabalho de pesquisa na University of Florida, onde atuou como Researcher Scholar (pesquisador visitante) entre março de 2003 e abril de 2004.

No dia 15 de julho de 2005, submeteu-se à banca para defesa de tese de Doutorado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CICLAGEM DE NUTRIENTES E EFEITOS DAS ADUBAÇÕES NOS SISTEMAS DE PASTAGEM	03
2.2 COMPARTIMENTOS FORMADORES DO ECOSSISTEMA DE PASTAGEM	07
2.2.1 Compartimento solo dentro do ecossistema de pastagem.....	09
2.2.3 Compartimento planta dentro do ecossistema de pastagem.....	15
2.2.4 Compartimento animal dentro do ecossistema de pastagem.....	20
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE FORRAGEIRA.....	28
2.3.1 A espécie <i>Paspalum notatum</i> no Brasil	29
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DA CULTIVAR.....	30
3 METODOLOGIA	34
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	34
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PASTAGEM E HISTÓRICO DA ÁREA.....	34
3.3 DURAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	35
3.4 TRATAMENTOS.....	35
3.5 ÁREA EXPERIMENTAL.....	36
3.5.1 Delineamento experimental.....	36
3.6 ADUBAÇÃO DA ÁREA.....	36
3.7 CARACTERIZAÇÃO DOS ANIMAIS.....	37
3.8 FATORES AVALIADOS.....	37
3.8.1 Avaliação da pastagem.....	38
3.8.1.1 Coleta da serrapilheira.....	38
3.8.1.2 Coleta da parte aérea da pastagem.....	39
3.8.1.3 Coleta das raízes+rizomas.....	39
3.8.1.4 Análise do teor de matéria seca do material vegetal.....	39
3.8.1.5 Análise de carbono e nitrogênio total do material vegetal.....	39
3.8.1.6 Análise de fósforo total do material vegetal.....	40
3.8.1.7 Análise de potássio do material vegetal.....	40
3.8.1.8 Análise do teor de fibra em detergente neutro do material vegetal.....	40
3.8.1.9 Análise da digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica das folhas+colmos ..	40
3.8.2 Avaliação do solo.....	41
3.8.2.1 Avaliação dos estoques de nutrientes no solo.....	41
3.8.2.2 Avaliação da densidade global do solo	41
3.8.3 Avaliação das fezes.....	42
3.8.3.1 Coleta das fezes.....	42
3.8.3.2 Análise das fezes.....	43
3.9. CÁLCULOS DOS ESTOQUES DE NUTRIENTES	43
3.10 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MATÉRIA SECA DE FEZES DEPOSITADA DIARIAMENTE.....	44
3.11 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MATÉRIA SECA DE FEZES DEPOSITADA DURANTE TODA ESTAÇÃO DE PASTEJO (169 DIAS)	45
3.12 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 PARTIÇÃO DA BIOMASSA NO SISTEMA DE PASTAGEM DE BAHIAGRASS CV. PENSACOLA	46

4.2 ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SISTEMA DA PASTAGEM DE BAHIAGRASS CV. PENSACOLA	51
4.2. 1 Estoque de Nitrogênio.....	51
4.2. 2 Estoque de Carbono	62
4.2. 3 Estoque de Fósforo.....	70
4.2.4 Estoque de Potássio.....	79
4.3 RELAÇÃO C/N NO SISTEMA DE PASTAGEM DE BAHIAGRASS CV. PENSACOLA	90
4.3.1 Relação C/N no compartimento raíz+rizoma	90
4.3.2 Relação C/N no compartimento folha+colmo	91
4.3.3 Relação C/N no compartimento serrapilheira	91
4.3.4 Relação C/N no compartimento solo	92
4.3.5 Relação C/N no compartimento fezes	92
4.4 TEORES DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO NUMA PASTAGEM DE BAHIAGRASS CV. PENSACOLA	97
4.5 DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DE UMA PASTAGEM DE BAHIAGRASS CV PENSACOLA	100
5 CONCLUSÕES.....	103
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
7 REFERÊNCIAS	106
ANEXOS.....	119

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Esquema para ciclagem de nutrientes em pastagens.	08
FIGURA 2- Área de produção de Bahiagrass nos Estados Unidos.	31
FIGURA 3 - Partição da biomassa (kg ha^{-1}), por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago – Out 2003.....	49
FIGURA 4 - Relação raiz/parte aérea, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago – Out 2003.....	50
FIGURA 5 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003.....	58
FIGURA 6 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003.....	59
FIGURA 7 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003.....	60
FIGURA 8- Teor de nitrogênio nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass	61
FIGURA 9 - Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003.....	66
FIGURA 10- Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003.....	67
FIGURA 11 - Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003.....	68
FIGURA 12 - Teor de carbono nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003.....	69
FIGURA 13 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003.....	75
FIGURA 14 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003.....	76
FIGURA 15 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003.....	77
FIGURA 16 - Teor de fósforo nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003.....	78

FIGURA 17 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003.....	84
FIGURA 18 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003.....	85
FIGURA 19 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003.....	86
FIGURA 20 - Teor de potássio nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003.....	87
FIGURA 21 - Deposição diária média de nutrientes pelas fezes animais, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho – Outubro 2003.....	88
FIGURA 22 - Retorno total de nutrientes via fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, durante toda a estação de pastejo (169 dias). Junho – Outubro 2003.....	89
FIGURA 23 -Relação C/N da planta, frações raiz+rizoma*, folha+colmo, e serrapilheira, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003.....	94
FIGURA 24 - Relação C/N do solo por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003.....	95
FIGURA 25 - Relação C/N das fezes, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003.....	96
FIGURA 26 - Fibra em detergente neutro (FDN) das frações raiz+rizoma*, folha+colmo, e serrapilheira, por período, de uma pastagem de Bahiagrass cv. pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida.. Jun – Ago -Out 2003.....	99
FIGURA 27 - Digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO), por período, de uma pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003.....	102

RESUMO

Bahiagrass é a principal espécie de pastagem utilizada para gado de corte na Flórida, Estados Unidos da América. A dinâmica de nutrientes nestas pastagens tem uma importante implicação na produção animal e para o meio ambiente. Visando medir os efeitos do manejo da Bahiagrass cv. pensacola (*Paspalum notatum* Flüggé var. saure Parodi Flüg) na repartição de biomassa e conteúdo de nutrientes (kg ha^{-1}), das folhas+colmos, serrapilheira, raízes+rizomas, e nutrientes do solo, foi instalado um experimento próximo a Gainesville, $29^{\circ} 43'$ latitude Norte, $82^{\circ} 20'$ longitude oeste, Flórida, E.U.A. Os Tratamentos foram três manejos contínuos (NÃO INTENSIVO, MODERADAMENTE INTENSIVO, ALTAMENTE INTENSIVO, recebendo 40, 120, e 360 $\text{kg N ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ e com lotação de 1,2, 2,4, e 3,6 UA ha^{-1} respectivamente) e um tratamento de MANEJO ROTACIONADO (7 dias de pastejo e 21 dias de descanso) com doses de 360 $\text{kg N ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ e 3,6 UA ha^{-1} (1 U. A.= 500 kg). A biomassa de raízes+rizomas foi 4 a 12 vezes superior à biomassa de folhas+colmos. Não houve efeito dos tratamentos na biomassa de raízes+rizomas. A biomassa de raízes+rizomas decresceu durante a estação de pastejo. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamentos ALTAMENTE INTENSIVO e ROTACIONADO resultou em maior biomassa de folhas+colmos. A relação raiz/folha decresceu com a intensificação do manejo. A biomassa de serrapilheira foi superior à biomassa de folhas+colmos nos tratamentos ALTAMENTE INTENSIVO e ROTACIONADO, caracterizando um padrão de ciclagem de nutrientes diferenciado, que privilegia a ciclagem de nutrientes via excreção animal. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamentos ALTAMENTE INTENSIVO e ROTACIONADO resultou em maior conteúdo de N nos compartimentos folha+colmo, raiz+rizoma e serrapilheira. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamento ROTACIONADO resultou em maior conteúdo de C no compartimento folha+colmo no início da estação de pastejo. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamento ROTACIONADO resultou em maior conteúdo de K no compartimento folha+colmo, que os outros tratamentos. Os tratamentos não afetaram o conteúdo de nutrientes do solo, mas a intensificação do manejo tende a resultar em maior biomassa e maior conteúdo de N, P, K nas folhas+colmos, e maior conteúdo de N nas frações raiz+rizoma, e serrapilheira. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamentos ALTAMENTE INTENSIVO e ROTACIONADO resultou em maior deposição diária de N, C e P nas fezes. A maior intensidade de manejo imposta nos tratamentos ALTAMENTE INTENSIVO e ROTACIONADO resultou em maior deposição diária de K apenas no final da estação de pastejo. A maior intensidade de manejo imposta no tratamento ALTAMENTE INTENSIVO resultou em maior deposição total de N, C, P e K nas fezes durante toda a estação de pastejo. Os tratamentos não afetaram os teores de FDN nem a DIVMO da forragem, mas a intensificação do manejo tende a resultar em aumentos na DIVMO e assim, na qualidade da forragem.

Palavras-chave: Bahiagrass, pensacola, dinâmica de nutrientes, ciclagem de nutrientes, conteúdo de nutrientes.

ABSTRACT

Bahiagrass is the primary pasture species for beef cattle in Florida, and nutrient dynamics in bahiagrass pastures have important implications for livestock production systems and for the environment. This experiment evaluated a Pensacola Bahiagrass pasture (*Paspalum notatum* Flüggé var. saure Parodi Flüg). It was conducted near Gainesville, 29°43' N, 82°20' W, Florida, U.S.A to measure the effect of pasture management on mass and nutrient pool (kg ha^{-1}) of herbage, litter, root+rhizome, and soil nutrient pools. Treatments were three continuously stocked (LOW, MODERATE, and HIGH, receiving 40, 120, and 360 kg N fertilizer $\text{ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ and with stocking rates of 1.2, 2.4, and 3.6 AU ha^{-1} , respectively) and one ROTATIONALLY stocked (RS; 7-d grazing and 21-d rest periods; N rate of 360 kg $\text{ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$, 1 AU = 500 kg) pasture. The root+rhizome biomass has been 4 to 12 times greater than herbage biomass. There was no effect of treatment on root+rhizome biomass. The root+rhizome biomass had decreased during the grazing season. The greater management intensity imposed on HIGH and RS pastures resulted in greater herbage biomass. The root/herbage ratio decreased with the intensification of management. The litter biomass had been greater than herbage biomass in the HIGH and RS treatment, characterizing the different cycling pattern that goes through the animal excretions. The greater management intensity imposed on HIGH and RS pastures resulted in greater herbage, root+rhizome, and litter N pool. The greater management intensity imposed on RS pastures resulted in greater herbage C pool at the beginning of the grazing season. The greater management intensity imposed on RS pastures resulted in greater herbage K pool than other treatments. Treatments did not affect soil nutrient pool, but increasing management intensity tended to result in greater biomass and N, P, and K pool of the herbage fraction and greater root+rhizome and litter N pool. The greater management intensity imposed on HIGH ad RS pastures resulted in greater N, C and P deposition in the dung per day. The greater management intensity imposed on HIGH ad RS pastures resulted in greater K deposition in the dung per day, just in the end of the grazing system. The greater management intensity imposed on HIGH pastures resulted in greater N, C, P and K deposition in the dung per grazing season. Treatments neither affect herbage NDF or IVDOM, but increasing management intensity tended to result in high IVDOM and so better forage quality.

Key words: Bahiagrass, Pensacola, nutrient dynamics, nutrient cycling, nutrient pool.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos em harmonia com a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de produção é um dos maiores, senão o maior, desafio da ciência para este novo século. Para que se possa melhorar a eficiência do uso das terras e conservar a biodiversidade, se faz necessário conhecer o funcionamento de todos os processos envolvidos nestes ambientes. Em áreas de pastagens, um manejo inadequado pode levar à diminuição da sua produtividade e até mesmo sua completa degradação.

Logo, o bom entendimento do funcionamento do ecossistema de pastagem permite determinar qual o manejo mais eficiente não apenas do ponto de vista de produção mas também de redução de danos ambientais.

As pastagens são ecossistemas bastante complexos e constantemente modificados pela utilização pelo homem e pelos animais. Elas diferem das demais culturas por imobilizarem pequena quantidade de nutrientes extraídos do solo em produto animal que será exportado do sistema, enquanto que o restante retornará às reservas do solo via serrapilheira, decomposição de raízes ou excreções animais. Quanto mais eficiente for a ciclagem de nutrientes dentro do ecossistema de pastagem, menores serão as perdas, mais sustentável será o sistema e, menor a necessidade de fornecimento de fertilizantes.

Quantificar a biomassa das diferentes partes do vegetal e o seu teor de nutrientes é o primeiro passo para que se possa calcular o estoque de nutrientes contidos nos vários componentes da biomassa vegetal produzida. Esta informação é fundamental para se avaliar a ciclagem de nutrientes e para projetos de manejo adequados a sustentabilidade do sistema.

Modelos matemáticos têm sido usados na tentativa de se descrever como ocorre a ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas de pastagens. Porém, o uso de tais ferramentas exige o conhecimento prévio de certos parâmetros, tais como os estoques de nutrientes em cada um dos compartimentos do ecossistema. De posse de tais informações o pesquisador pode simular várias situações de ciclagem de nutrientes.

Além do uso em modelos matemáticos, a quantificação dos nutrientes reciclados em pastagens abre perspectivas bastante promissoras para estimar recomendações de adubação mais exatas com vistas a produtividades específicas.

Sendo assim, o entendimento de como os compartimentos do ecossistema de pastagem se comportam, auxiliará no processo de tomada de decisões, visando o maior

aproveitamento dos nutrientes que estão entrando no sistema e, também, a redução das perdas de nutrientes por ele.

Mudanças na intensidade de manejo, que incluem maiores doses de fertilização nitrogenada combinadas com o uso de altas lotações e uso de pastejo rotacionado, têm potencial de afetar a produtividade e rentabilidade do sistema. Face a estes aspectos, tem-se como hipótese que a imposição de diferentes intensidades de manejo (entendidas como combinações entre doses de nitrogênio e carga animal) levaria a variações na partição da biomassa vegetal entre as frações radical, aérea e serrapilheira, e a diferentes quantidades de nutrientes (nitrogênio, carbono, fósforo e potássio) estocados em cada um dos compartimentos componentes do sistema de pastagem: solo, sistema radical da planta, parte aérea da planta, serrapilheira e fezes dos animais.

Nos dias atuais os produtores assim como muitos dos pesquisadores estão em busca de uma forrageira milagrosa que produza bastante, suprimindo as necessidades dos animais, mesmo em solos de baixa fertilidade. Nesta busca por uma “salvadora da lavoura” muitas vezes eles ignoram boas opções que estão muito mais próximas de sua realidade. A escolha da espécie utilizada nesta pesquisa, Bahiagrass cv. pensacola, (*Paspalum notatum* Flüggé var. saure Parodi) se deu, principalmente, por ser uma espécie tropical e nativa da América do Sul, e portanto passível de ser utilizada em grande parte do território Brasileiro. Além disso apesar desta espécie ser extremamente rústica, ela responde bem às adubações, o que a torna uma alternativa bastante viável para produção animal.

Objetivou-se neste trabalho quantificar o estoque dos nutrientes (nitrogênio, carbono, fósforo, e potássio), nos diversos compartimentos do sistema de pastagem de Bahiagrass cv. pensacola.

Sendo assim, o experimento avaliou:

1) O efeito de quatro métodos de pastejo, três intensidades de manejo no pastejo contínuo e uma intensidade de manejo no pastejo rotacionado, após três anos de manejo (2001, 2002, 2003), na partição da biomassa vegetal entre as frações radical, aérea e serrapilheira; e no estoque de nutrientes em cada uma destas frações.

2) O efeito de quatro métodos de pastejo, três intensidades de manejo no pastejo contínuo e uma intensidade de manejo no pastejo rotacionado, após três anos de manejo (2001, 2002, 2003), no estoque de nutrientes do solo em três camadas distintas do perfil, na planta (no sistema radical e parte aérea, separadamente), na serrapilheira e nas fezes dos animais.

3) O efeito destes manejos na qualidade (teores de fibra e digestibilidade) da forragem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CICLAGEM DE NUTRIENTES E EFEITOS DAS ADUBAÇÕES NOS SISTEMAS DE PASTAGEM

Os elementos químicos, incluindo todos os elementos essenciais do protoplasma, tendem a circular na biosfera em vias características, do ambiente aos organismos, e destes novamente ao ambiente. A ciclagem de nutrientes pode ser definida como sendo este movimento de elementos e compostos inorgânicos, essenciais à vida, entre os diversos compartimentos do sistema (Odum, 1983).

As plantas transformam energia luminosa em energia química e adicionam ao solo a energia e a matéria (na forma de compostos de C) necessárias para o funcionamento do sistema. Pelo processo de fotossíntese, captam energia solar e CO₂ atmosférico, além de nutrientes e água do solo, para a produção de tecidos da parte aérea, tecidos subterrâneos e exsudatos. A contribuição de compostos de carbono para o solo ocorre continuamente durante o ciclo vegetativo, por meio das raízes, pelo processo de exsudação de compostos orgânicos e pelo desprendimento de células das raízes (Oades, 1989; Paul e Clark, 1996). Ao final do ciclo vegetativo as raízes e parte aérea das plantas que aporta à superfície do solo são decompostas (Mielniczuk et al., 2000) por processos físicos, químicos e biológicos.

O animal, além de converter continuamente a energia solar capturada pelas plantas forrageiras (via fotossíntese) em produto animal, participa ativamente da reciclagem de nutrientes retornando grande parte dos mesmos pelas fezes e urina (Monteiro e Werner, 1997; Cantarutti et al., 2001). Os nutrientes contidos no sistema solo-planta-animal são ciclados ou são perdidos pelos vários caminhos que compõem este sistema. Os nutrientes que são exportados de um compartimento continuam a ciclar dentro do sistema global e podem, até mesmo, retornar para o compartimento de onde foram exportados.

Em ecossistemas de pastagens, a composição do material rejeitado pelo pastejo que retorna ao solo é um dos aspectos básicos determinantes da manutenção dos níveis de fertilidade e de conservação do solo (Heringer e Jacques, 2002). Nestes ecossistemas a ciclagem de nutrientes possui quatro fontes: material morto ligado à planta, resíduos vegetais não incorporados ao solo, resíduos vegetais incorporados ao solo, e fezes dos animais.

A capacidade de se predizer o balanço de nutrientes em ecossistemas produtivos é limitada, devido às dificuldades em se estimar as entradas anuais de resíduos provenientes da cultura, especialmente aqueles provenientes da fração abaixo do solo, composta por raízes e exsudatos (Beuchamp e Voroney 1994; Angers et al., 1995), aliada, quando se trabalha com ecossistemas de pastagem, às dificuldades em se estimar as entradas anuais de excreções animais.

A decomposição do material morto proveniente das plantas e das excretas dos animais é um dos principais fatores que irão influenciar a reciclagem dos nutrientes, já que os minerais poderão ser imobilizados ou não pela microbiota durante o processo de decomposição. A microflora e microfauna do solo têm uma importante função na ciclagem de nutrientes, já que a liberação de nutrientes dos resíduos animais e vegetais é dependente da atividade microbiana. Bactérias utilizam substratos orgânicos mais prontamente degradáveis ou os nutrientes solúveis disponíveis. Já fungos e actinomicetos decompõem materiais mais resistentes tais como celulose, hemicelulose e lignina. Besouros, minhocas e outros decompositores aumentam as taxas de decomposição de fezes e serrapilheira pela mistura destes com o solo (Follett e Wilkinson, 1995).

A atividade biológica total do solo geralmente aumenta sob pastejo (Russell, 1986). Na rizosfera está localizada uma grande biomassa microbiana associada com o alto conteúdo de matéria orgânica do solo e com uma densa massa de raízes das plantas forrageiras. Essa biomassa microbiana é caracteristicamente elevada sob pastagens melhoradas e representa um razoável estoque de nutrientes lábeis (Perrot e Sarathchandra, 1989). Segundo Haynes e Willians (1993), as quantidades de nitrogênio e fósforo fixadas na forma de biomassa microbiana, em um sistema típico de pastagem melhorada, serão aproximadamente 60 kg ha^{-1} de nitrogênio e 30 kg ha^{-1} de fósforo. No presente trabalho esta biomassa será englobada dentro do compartimento solo.

A taxa de acumulação de matéria orgânica no solo e o tempo gasto até que alcance o equilíbrio, onde adições de matéria orgânica são balanceadas por mineralizações e perdas, variam consideravelmente com o nível inicial de matéria orgânica, tipo de solo, clima e manejo da pastagem (Simpson 1987), desta forma a ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes, dentro do ecossistema de pastagem, vai variar de pasto para pasto e de situação para situação.

Segundo Dubeux et al. (2004) subentende-se como “pastagem intensivamente manejada”, um maior nível de tecnologia utilizado no manejo do sistema produtivo, tendo-se espécies forrageiras e animais de potencial produtivo elevado, fertilidade do solo corrigida de forma criteriosa, lotação ajustada com base na oferta de forragem, otimizando-se todos os componentes do manejo da pastagem. Segundo estes autores espera-se que com a

intensificação do manejo da pastagem e o conseqüente aumento da produtividade primária do sistema, haja o aumento da matéria orgânica do solo, principalmente, por meio do aumento da produção e deposição de raízes.

O aumento inicial da matéria orgânica ocorre na superfície do solo, mas com o decorrer do tempo vai ocorrendo o acúmulo em profundidade no perfil do solo (Russel, 1986), sendo que, segundo Haynes e Willians (1993), estes acúmulos podem chegar até 20 cm de profundidade. O aumento da matéria orgânica no solo decorrente de um manejo do solo sustentável resulta em melhorias no meio ambiente (e.g., seqüestro de carbono), nas características físicas (e.g., formação de agregados e seus benefícios) e químicas do solo (e.g., aumento da CTC, maior suprimento de nutrientes) colaborando finalmente para o aumento da renda bruta do sistema de exploração (Dubeux et al., 2004).

De modo geral, as pesquisas mostram que a adubação não aumenta o rendimento por animal, pois não afeta, em grande extensão, a digestibilidade e o consumo de forragem (Gomide, 1989). A adubação nitrogenada pode aumentar o consumo de forragem se esta apresentar teor de proteína bruta (PB) menor do que 7% a 8% e se as doses de N aplicadas forem suficientes para elevá-lo. A partir de 8% de PB não se observa efeito da adubação nitrogenada sobre o consumo, que passa a ser mais limitado pela digestibilidade da forragem (Wilson e Minson, 1980). No entanto, os rendimentos por unidade de área, numa determinada pressão de pastejo ótima, aumentam com o aumento das doses de fertilizantes devido ao aumento da produção de forragem e, conseqüentemente, da capacidade de suporte da pastagem (Dubeux et al., 2004). Forrageiras tropicais fertilizadas com N podem atingir valores de proteína bruta na dieta entre 10 e 15% com DIVMO de até 60% (Brâncio et al., 2003).

Em pastagens manejadas intensivamente, a utilização dos conceitos de ciclagem de nutrientes pode contribuir para a maximização da eficiência de uso dos nutrientes aplicados via fertilizantes resultando, não apenas em maior retorno econômico para o produtor, mas também em menor perigo de contaminação ambiental (Dubeux et al., 2004). Os usos inadequados e excessivos dos insumos, que pode ocorrer em decorrência da intensificação do processo de produção, têm sido indicados como importante fonte não-pontual (ou difusa) de poluição de águas superficiais e subterrâneas (Kwong et al., 2002).

Quando o manejo da adubação não é adequado, os nutrientes, especialmente N e P, podem lixiviar ou percolar para águas subterrâneas. Kwong et al. (2002) verificaram em uma região tropical com precipitação anual de 3000 mm e declividades variando de 5 a 12%, que as perdas por erosão laminar de N e P podem ser consideradas desprezíveis do ponto de vista agrícola, mas suficientemente elevadas para contaminar a água acima dos níveis considerados seguros. Os autores afirmaram também que o mecanismo de

transporte de N e P por meio da erosão laminar, não é diferente entre regiões temperadas e tropicais.

O P é um dos principais elementos limitantes em ecossistemas terrestres e aquáticos de água doce, enquanto o N é mais limitante em estuários e ecossistemas marinhos (Brady e Weil, 2002). Assim, um aumento no suprimento destes nutrientes causa um crescimento exagerado de algas, microrganismos e plantas aquáticas superiores (eutrofização), com conseqüências negativas diretas como: morte de peixes, aumento da demanda biológica de oxigênio e redução na qualidade da água (problemas de sabor, odor e composição) (Novais e Smyth, 1999; Brady e Weil, 2002). Teores acima de 0,03 mg L⁻¹ (ppm) de P dissolvido ou acima de 0,1 mg L⁻¹ de P total na água podem promover a eutrofização (Brady e Weil, 2002). Com relação ao N, no Brasil, os padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano tem como níveis máximos de nitrato permitidos 10 mg L⁻¹ (Portaria No. 36 do ministério da saúde 19 de janeiro de 1990).

Tinker e Nye (2000) ressaltaram que uma densidade do sistema radicular de 1 cm de raiz por 1 cm³ de solo é capaz de absorver praticamente todo o nitrato em solos com umidade adequada. A maioria das culturas, incluindo gramíneas forrageiras, possui essa densidade de raiz (ou valores superiores) na camada mais superficial do solo, mas os valores podem ser bem mais baixos no subsolo. Assim, se o N for aplicado em grandes quantidades e em seguida ocorrer uma chuva (ou irrigação), que transporte o nitrato para perfis mais profundos do solo com menor densidade radicular, é provável que ocorra contaminação de águas subterrâneas (Dubeux et al., 2004).

A adubação nitrogenada exacerbada pode ainda levar ao acúmulo de nitrato nas plantas, na medida em que o sistema enzimático da nitrato-redutase das plantas não for capaz de reduzir todo nitrato a amônio, para posterior assimilação do N, pode levar à intoxicação por nitrato/nitrito em bovinos e eqüinos alimentados com forrageiras com elevado teor de nitrato (Gomide e Queiroz, 1994).

As pastagens desde que bem manejadas podem ser consideradas sistemas produtivos sustentáveis, pois nestes ambientes tem-se observado a elevação do teor de matéria orgânica do solo após o estabelecimento do pasto. Esta elevação nos teores de matéria orgânica do solo será, provavelmente, maior em pastagens manejadas intensivamente, nas quais há maior quantidade de carbono sendo produzida e adicionada ao sistema (Malhi et al., 1997; Bernoux et al., 1999; Pulleman et al., 2000; Batjes, 2004).

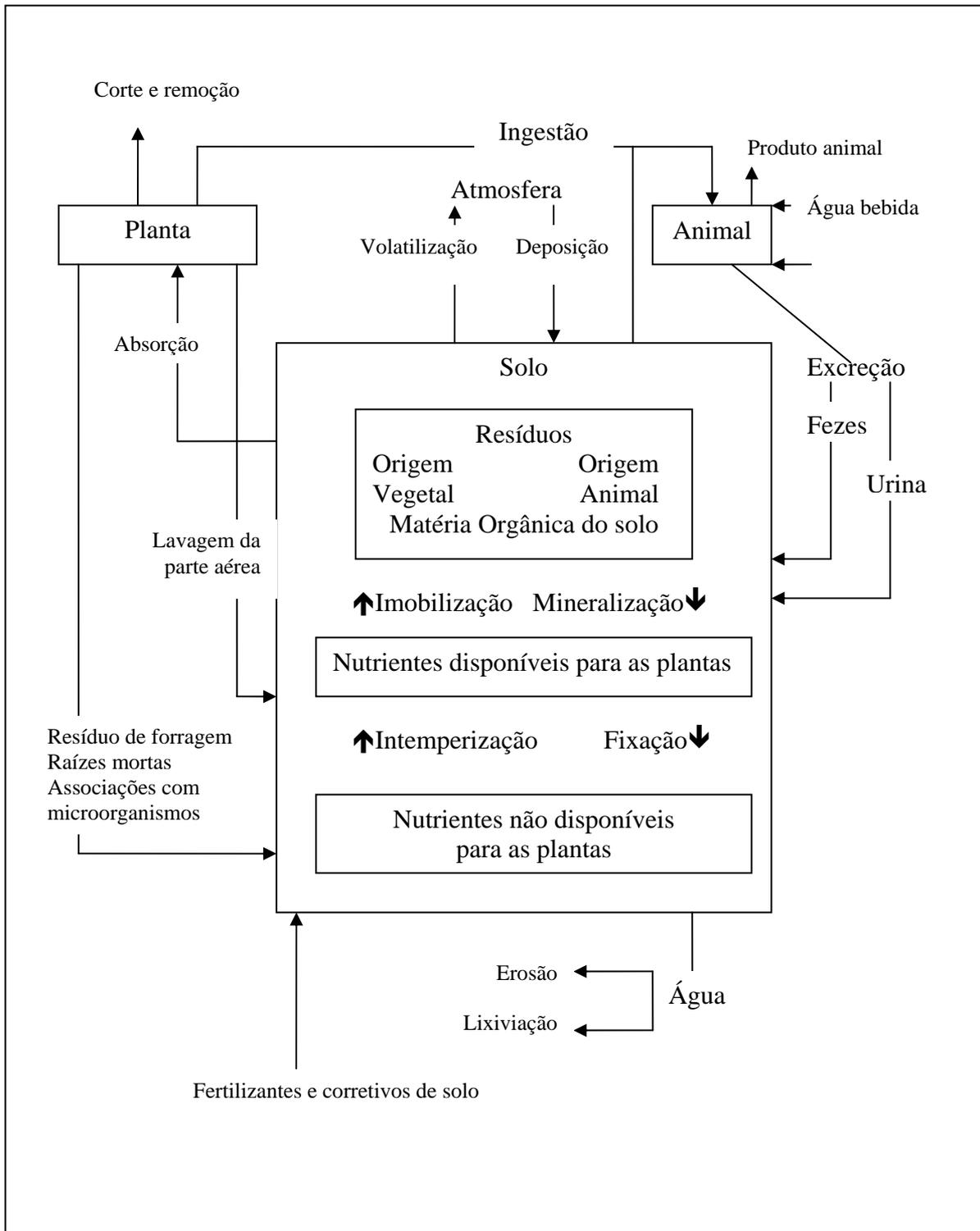
2.2 COMPARTIMENTOS FORMADORES DO ECOSISTEMA DE PASTAGEM

Uma vez que os nutrientes circulam no ecossistema, é vital que se detenha um conhecimento detalhado dos compartimentos formadores dos ciclos no sistema de pastagem (Monteiro e Werner, 1989). Através da fotossíntese e da absorção de água e nutrientes, os elementos e compostos inorgânicos vão sendo incorporados à biomassa vegetal, passando da forma inorgânica para a forma orgânica. A eficiência desse processo depende de características genéticas da planta, e de sua maturidade, das condições edafoclimáticas locais e das formas de manejo adotadas, ocorrendo uma grande variação entre espécies na produção de biomassa bem como na relação raiz parte aérea. Wilkinson e Lowrey (1973) descreveram um modelo (Figura 1) tentando explicar como os nutrientes podem ciclar dentro desse sistema entre os vários compartimentos, ou seja do solo, para a atmosfera, e para a planta, da planta para o animal, e novamente voltar para o solo. A ciclagem dos nutrientes dentro desse sistema é considerada policíclica ou seja, um determinado nutriente pode ciclar dentro de cada um dos compartimentos, antes de ser transferido para o outro compartimento.

Além da avaliação da biomassa viva (parte aérea e raízes), mensurações da biomassa morta (serrapilheira), possibilitam quantificar o material orgânico disponível para ser ciclado nestes sistemas.

Quando se pensa em ciclagem de nutrientes, é importante não perder de vista que o padrão de ciclagem é completamente diferente para regiões tropicais e regiões temperadas. Nas regiões frias uma grande parcela dos nutrientes disponíveis permanece o tempo todo no solo ou no sedimento, enquanto que nos trópicos uma percentagem muito maior está na fitomassa, sendo reciclada dentro da estrutura orgânica do sistema (Andrade, 2003).

FIGURA 1- Esquema para ciclagem de nutrientes em pastagens.



FONTE: Adaptado de Wilkinson e Lowrey, 1973.

Comparações entre a distribuição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes entre uma floresta tropical e uma floresta temperada, por exemplo, revelaram quantidades semelhantes de carbono total, porém na floresta de clima temperado mais da metade do carbono estava na serrapilheira e no solo, enquanto que na de clima tropical, mais de três quartos estavam na fitomassa (Odum, 1983). Nos trópicos a maior parte da matéria orgânica encontra-se na vegetação enquanto que em zonas temperadas é o solo quem armazena maior quantidade de matéria orgânica (Andrade et al., 2003).

O animal vai participar direta e indiretamente na ciclagem de nutrientes do ecossistema de pastagem. De forma indireta, pela ingestão da forragem, os animais estimulam o crescimento das plantas pastejadas e assim levam as plantas a extrair mais nutrientes do solo. De forma direta o animal participa na reciclagem dos nutrientes por meio da excreção de fezes e urina (Cantarutti et al., 2001).

À medida que se intensifica o sistema de produção, a participação das excreções na reciclagem dos nutrientes torna-se mais expressiva. A magnitude da interferência dos animais na reciclagem dependerá da distribuição das excreções na pastagem, da área afetada pelas excreções e pelo seu teor de nutrientes (Cantarutti et al., 2001). Quanto mais intensivo o sistema de pastejo maior a ciclagem e menos relevante será o estoque de nutrientes extraíveis do solo (Haynes e Willians, 1993).

Como salientou Dubeux et al. (2004), a mensuração dos nutrientes que retornam ao solo no ecossistema de pastagem, por si só, não é suficiente para o domínio do manejo racional, é preciso equacionar os problemas relativos a desuniformidade da distribuição das excretas, bem como aos relativos à sincronia entre a liberação de nutrientes da excreta e dos resíduos vegetais e a demanda da planta forrageira (Thomas e Asakawa, 1993; Myers et al. 1994; Mathews et al., 1996).

2.2.1 Compartimento Solo dentro do ecossistema de pastagem.

Este compartimento constitui-se no principal reservatório de nutrientes do ecossistema de pastagem, tanto na forma mineral, quanto na forma orgânica, e inclui nutrientes disponíveis às plantas, nutrientes não disponíveis às plantas e resíduos orgânicos (Wilkinson e Lowrey, 1973; Tisdale et al. 1985).

As forrageiras por sua vez irão absorver os nutrientes presentes no estoque disponível às plantas. Segundo Francis (1988), o estoque de nutrientes disponíveis às plantas está em equilíbrio com o estoque de nutrientes fixados ou insolúveis, e pode ser lentamente recarregado por estes últimos.

A extração de nutrientes dos solos tropicais é bastante influenciada pelo regime hídrico do solo, devido ao efeito que a água exerce na decomposição da matéria orgânica e no transporte de nutrientes para as raízes. Em geral a nutrição da planta é melhor em regiões onde a disponibilidade de água é maior e mais contínua, em razão do melhor transporte de nutrientes no solo por fluxo de massa e, em especial, por difusão (Andrade, 1997).

Segundo Malavolta (1980), os nutrientes disponíveis envolvem os elementos presentes na solução do solo e aqueles na forma lábil no solo. Os não disponíveis compreendem as formas imobilizadas na fração orgânica do solo (especialmente com nitrogênio), as “fixadas” ou retidas nos minerais do solo (amônio, fosfato, sulfato, e potássio) e as formas presentes nos minerais primários e secundários do solo (Brady, 1974).

Os resíduos orgânicos têm sido definidos como a fração orgânica do solo, o material morto das plantas, dos animais e dos macro e microorganismos do solo, bem como as excreções dos animais (Till et al., 1970; Spain e Salinas, 1985). Já que os resíduos representam uma rota primária de retorno de nutrientes este subcompartimento representa um estado transitório (Mott, 1974) e dinâmico. Segundo Sparling et al. (1998) a dinâmica do compartimento orgânico total do solo é lenta, o que não acontece com os compartimentos mais lábeis. Aproximadamente 40% do fósforo do solo apresenta-se na forma orgânica enquanto que zero% do potássio é orgânico, assim para o fósforo a fração orgânica é bastante importante, enquanto para o potássio ela é irrelevante.

Dentro do compartimento solo os nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, podem ser liberados das formas orgânicas através dos processos microbianos de mineralização, mas ao mesmo tempo os nutrientes disponíveis são imobilizados em formas orgânicas pela ação da biomassa microbiana do solo. Nutrientes disponíveis (K, P e a maioria dos micronutrientes) podem também, ser convertidos para formas fixadas quimicamente pelas reações de precipitação e adsorção, mas também podem ser liberados através de processos de intemperismo, solubilização e dessorção (Haynes e Williams, 1993; Follet e Wilkinson, 1995).

É interessante notar que os decompositores apresentam exigências relativamente altas de quase todos os elementos, sendo assim a produtividade do ecossistema representado pela pastagem é dependente dos minerais disponíveis no solo não apenas para satisfazer as exigências das plantas (e através delas dos animais) mas também para suprir as necessidades dos microorganismos do solo (Malavolta et al. 1986).

O solo é componente importante do ecossistema, influenciando a qualidade do ar e da água. Atualmente, é crescente o interesse pelo potencial que o solo apresenta em seqüestrar carbono e contribuir para mitigação do efeito estufa (Amado et al. 2001).

Segundo este autor a quantificação do potencial que a agricultura tem para seqüestrar carbono atmosférico ainda é um desafio para os pesquisadores. Ainda são escassos os resultados de pesquisa que procuram quantificar este potencial, o qual deve ser determinado regionalmente, já que é dependente do tipo de solo (principalmente textura e mineralogia), do relevo e das condições climáticas de temperatura e umidade (Parfitt et al., 1997; Alvarez e Lavado, 1998).

Uma das mais significativas oportunidades que a agricultura possui para atuar como dreno de CO₂ está na recuperação dos teores de matéria orgânica dos solos cultivados. Neste sentido as pastagens têm sido citadas como drenos líquidos de carbono atmosférico e, portanto, importantes para o controle do efeito estufa (Fisher et al., 1994 Lal et al., 1995). Porém Silva et al. (1997) verificaram que pastagens manejadas inadequadamente apresentavam menor estoque de carbono que a vegetação nativa. Na verdade o solo pode atuar tanto como dreno quanto como fonte de carbono, dependendo do manejo aplicado a ele (Corraza et al., 1999). Segundo este autor a análise dos estoques de C permite avaliar o comportamento do solo como fonte ou dreno de CO₂ atmosférico.

Deve-se levar em conta, ainda, que o aumento dos teores de matéria orgânica dos solos ocorre de forma lenta, tendo como pré-requisito básico que a deposição seja maior que a decomposição de resíduos vegetais ou serrapilheira (Dubeux et al., 2004).

Bayer e Mielniczuk, 1997; Corazza et al., 1999; e Amado et al., 2001, atribuíram o maior acúmulo superficial de carbono e nitrogênio no plantio direto à localização superficial dos resíduos neste tipo de sistema de produção. Situação que se assemelha à que ocorre em pastagens perenes. Entretanto segundo Bayer et al. (2000), em longo prazo o acúmulo de matéria orgânica ocorre também em maiores profundidades no solo.

Considerando apenas o sistema solo-planta-animal, a principal fonte de nitrogênio é a matéria orgânica do solo, entretanto suas taxas de decomposição são baixas, variando entre 2 e 5% ao ano (Wagner e Wolf, 1999). Por outro lado, a biomassa vegetal, apesar de conter menos nitrogênio que a matéria orgânica do solo, degrada em taxas mais elevadas (Thomas, 1992; Thomas e Asakawa, 1993). Segundo Brady e Weil (2002) as taxas de decomposição anuais típicas das fezes bovinas, raízes e resíduos aéreos vegetais depositados na superfície do solo são da ordem de 75%, 67% e 85%, respectivamente, mas esses valores podem variar em função de fatores ambientais e da qualidade do material sendo decomposto.

Segundo Alexander (1977), a taxa ideal de mineralização do Nitrogênio no solo é aquela em que o nitrogênio mineralizado supre as necessidades da planta e de imobilização por microorganismos do solo, não permanecendo na forma mineral, por esta ser susceptível a perdas. Segundo Bayer e Mielniczuk (1997) um solo com diferentes adições de nitrogênio

pode não apresentar diferenças no teor total de nitrogênio em nenhuma de suas camadas (superfície ou profundidade), devido provavelmente a uma grande decomposição da matéria orgânica e dos resíduos, estimulada dentre outros por altas temperaturas e aeração, sendo que o excedente de nitrogênio mineralizado pode haver sofrido lixiviação.

Em áreas recebendo adubação nitrogenada e sendo pastejadas por bovinos, Haynes e Williams (1993) apresentam valores de perda de N por lixiviação de até 172 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

O ciclo do fósforo é determinado por sua baixa solubilidade e mobilidade no solo. Sob condições normais o fósforo não está sujeito a perdas por lixiviação e volatilização. Os teores de fósforo na solução do solo são, geralmente baixos, da ordem de 0,1 mg L⁻¹ de fósforo, o que se deve em decorrência da baixa solubilidade dos compostos de fósforo existentes no solo e da alta capacidade de adsorção do elemento pelas partículas do solo (Wilkinson e Lowrey, 1973; Raij, 1991). Já os teores totais de fósforo nos solos podem variar de pouco mais de zero até valores de 2 a 3 g dm⁻³ de fósforo, sendo que o fator condicionante principal é o material de origem desse solo (Raij, 1991).

O fósforo é relativamente imóvel em formas disponíveis para os organismos e não tem fase gasosa em ambientes não redutores. Como resultado, o fósforo tende a existir em quantidades relativamente constantes em qualquer ecossistema por longos períodos (Jones e Woodmansee, 1979). Todavia as quantidades de fósforo nos diferentes compartimentos pode variar de ano para ano. Porém parece pouco provável que estes valores variem dentro de uma estação de pastejo. Em situações de pastejo o retorno do fósforo através dos resíduos das plantas e animais resulta em um ciclo relativamente fechado (Odum, 1969).

Mays et al. (1980), ressaltaram que o manejo da pastagem deve ter como objetivo manter bastante alta a taxa de transferência do fósforo dos resíduos e do fósforo não disponível do solo para a reserva de fósforo disponível, a fim de suprir um nível de fósforo disponível adequado e, assim, manter um crescimento forrageiro suficiente para um pastejo adequado.

Devido à sua baixa mobilidade e pequena quantidade de fósforo na solução do solo, a absorção por fluxo de massa pelas raízes são insuficientes para satisfazer sua demanda. Assim grande parte do fósforo absorvido pela planta ocorre por meio do processo de difusão, o qual dependerá do coeficiente de difusão, da capacidade da fase sólida em alimentar o fósforo na solução e o gradiente de concentração entre solução e superfície das raízes (Olsen e Watanabe, 1970). A extensão de raízes é um importante mecanismo pelo qual as raízes absorvem fósforo suficiente para suprir os requerimentos da planta em crescimento (Wilkinson e Lowrey, 1973).

O fósforo orgânico proveniente de resíduos de plantas são mineralizados por microorganismos, através de processos de hidrólise e autólise. O fósforo pode ser imobilizado nos tecidos microbianos em formas orgânicas e fixado em formas inorgânicas na superfície das partículas do solo. Microorganismos podem afetar o suprimento de fósforo de diferentes formas; eles podem imobilizar fósforo disponível em seus tecidos, podem liberar orthofosfatos pela decomposição de compostos orgânicos de fósforo, ou podem promover a mineralização do fósforo, via solubilização, de formas insolúveis no solo (Mulder et al. 1969). A imobilização pelos microorganismos ocorre quando os resíduos das plantas contém menos que 0,2% de fósforo ou quando a relação C/P é maior que 200 (Wilkinson e Lowrey, 1973). Segundo Tisdale et al. (1985), a mineralização do fósforo do solo ou dos resíduos das culturas é dependente da atividade biológica. A atividade da fosfatase é afetada tanto pela umidade quanto pela temperatura do solo, entre outros fatores, sendo assim, aumentos da temperatura estimulam a atividade biológica, bem como a umidade do solo que também influencia a eficiência e disponibilidade de fósforo.

Blair et al. (1976) afirmaram existir considerável evidência de que há uma reciclagem significativa da matéria orgânica no solo, e que há fortes interações entre a mineralização e os processos de absorção. Desse modo, o fósforo orgânico do solo foi considerado como sendo um componente importante na produção das pastagens. Logo o papel do estoque orgânico não representa necessariamente o estoque estático de fósforo indisponível às plantas forrageiras (Haynes e Williams, 1993). Tate et al. (1991) observaram um padrão temporal no estoque de fósforo orgânico lábil (facilmente extraível), em solos de pastagens, sugerindo que este estoque pode contribuir para a nutrição de fósforo do pasto. Eles notaram uma imobilização líquida de fósforo no começo do inverno, e uma mineralização líquida durante a primavera, concomitante com o rápido crescimento do pasto e absorção de fósforo.

Newman e Eason (1989) sugerem que a aração (ou o revolvimento do solo) pode resultar em maiores quantidades de fósforo sendo perdido de compartimentos (estoques) disponíveis às plantas para compartimentos (estoques) de fósforo no solo pouco ou não disponíveis às plantas, que possuem uma reciclagem muito lenta.

Tradicionalmente, a avaliação da fertilidade do solo é realizada baseada em métodos que enfocam a fração do fósforo inorgânico como indicadora da disponibilidade do nutriente. Entretanto, em alguns solos tropicais, verifica-se a ausência de resposta da cultura à fertilização fosfatada e alto conteúdo de fósforo orgânico total, que pode ser disponibilizado pelo ataque microbiano (Duda, 2000). Assim alguns autores (Thien e Myers, 1992; Duda, 2000) propõem estimativas da biodisponibilidade de fósforo para as plantas, contemplando tanto o compartimento inorgânico quanto o orgânico. Isto porque a demanda

da planta por P pode regular a mineralização de P orgânico (Thien e Myers, 1992). Duda (2000), utilizando estimativas de biodisponibilidade observou que a acumulação de fósforo na parte aérea da *Brachiaria decumbens*, mostrou-se positivamente relacionada com o reservatório biodisponível desse elemento. E ainda que, dentre as características do solo o carbono orgânico foi o que mais influenciou positivamente os compartimentos fósforo microbiano, mineralizável, biodisponível, e lábil, enfatizando a importância do reservatório orgânico como fonte fornecedora de fósforo para as plantas.

O potássio ocorre no solo e nos tecidos das plantas como cátion monovalente e compostos que em geral não são voláteis. A sua concentração no solo varia de menos 0,5 a mais de 25 g dm⁻³. O estoque de potássio no solo é relacionado ao material de origem (principalmente feldspatos de potássio, e micas) e grau de intemperismo do solo. Sendo que a grande quantidade de potássio no solo está na forma de K-estrutural (90% a 98%), K trocável (2% a 8%) e o K da solução (0,1% a 0,2%) (Wilkinson e Lowrey, 1973).

O potássio pode ser lixiviado a grandes profundidades onde fica indisponível às raízes que se concentram mais superficialmente no solo, podendo desta maneira ser perdido do sistema (Lustosa, 1998). As perdas de potássio por lixiviação em pastagens estão relacionadas às entradas de potássio pela urina e pelo uso de fertilizantes potássicos. Como ocorre para o fósforo, o potássio também poderá sofrer fixação porém em extensão muito menor. A quantidade fixada dependerá principalmente, do tipo e quantidade de mineral argila presente no solo, sendo que as argilas 2:1 fixam maior quantidade que as 1:1, assim o suprimento de potássio a partir desta reserva tampão pode ser bastante importante (Haynes e Williams, 1993).

Diferente do proposto por Till et al. (1970) e Newbould (1978), neste trabalho o material morto das plantas (serrapilheira) e as excreções animais, mais especificamente as fezes dos animais, não são considerados parte integrante do estoque de nutrientes do solo, mas sim são considerados à parte, cada um formando um estoque particular de nutrientes. Esta estratégia metodológica é justificada por Wilkinson e Lowrey (1973), que destacam a importância de se considerar o estoque de resíduos como uma entidade separada, não apenas por este ser muito variável, mas também porque é preciso um longo período de tempo antes dos nutrientes serem mineralizados e transferidos ao estoque de nutrientes do solo.

A deposição de fezes representa um importante papel na construção da matéria orgânica do solo, que normalmente ocorre sob pastagens melhoradas (Haynes e Williams, 1993). O conteúdo de matéria orgânica do solo (carbono orgânico e nitrogênio total) é significativamente aumentado imediatamente abaixo aos locais de deposição das excreções, mesmo em solos com altos teores iniciais de matéria orgânica (During et al.,

1973). Aumentos no fósforo extraível e algumas vezes potássio trocável comumente ocorrem na superfície do solo (2,5 – 5,0 cm) logo abaixo das áreas de deposição de fezes (Weeda, 1977).

2.2.3 Compartimento Planta dentro do ecossistema de pastagem.

Este compartimento consiste dos nutrientes contidos na parte aérea e subterrânea das plantas forrageiras. Estas plantas obtêm os nutrientes especialmente por absorção radicular, a partir da solução do solo, através dos processos de interceptação radicular, fluxo de massa, e difusão (Epstein, 1975).

Para se desenvolverem e acumularem biomassa, as plantas superiores necessitam da energia solar na forma de compostos de energia como ATP e NADPH, CO_2 , O_2 , água e os elementos nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio e zinco. As plantas são constituídas em grande parte por carboidratos (responsáveis por 60% ou mais da matéria seca vegetal) produzidos pela assimilação de CO_2 , de tal maneira que o balanço de Carbono e de minerais dentro da planta são interdependentes, a absorção de minerais coordena o crescimento em termos de acumulação de biomassa vegetal, e a assimilação de carbono torna disponível o material ao qual os minerais serão incorporados (Larcher, 2000).

Retirando-se a água, a matéria seca que constitui a biomassa é formada principalmente por esqueletos de carbono e o restante por nutrientes, cuja concentração varia com a espécie, sua fase de desenvolvimento, seu estado nutricional, características edafoclimáticas e com o órgão do vegetal. Estes elementos participam da constituição dos tecidos vegetais, são agentes catalíticos em diversas reações, reguladores osmóticos, componentes de sistemas tamponizantes, controladores de permeabilidade da membrana, dentre outras funções (Larcher, 2000).

O nitrogênio dentro da planta é reduzido à forma amoniacal e combinado com cadeias orgânicas, formando ácido glutâmico, componente de centenas de aminoácidos, desses, cerca de 20 serão formadores de proteínas e estas participarão, como enzimas, nos processos metabólicos da planta, tendo uma função mais funcional que estrutural. Além disso, o nitrogênio compõe também as moléculas de clorofila. Este nutriente é bastante móvel nas plantas, translocando-se de folhas senescentes para regiões metabolicamente mais ativas (Raij 1991, Taiz e Zeiger, 1998).

Os teores de fósforo nas plantas são bem mais baixos dos que os de nitrogênio e potássio, ele é absorvido como H_2PO_4 , sendo então incorporado a compostos orgânicos,

participando em um grande número de compostos das plantas, essenciais em diversos processos metabólicos, além de ser responsável pelos processos de transferência de energia. Este elemento assim como o nitrogênio apresenta alta mobilidade na planta, transferindo-se rapidamente de tecidos velhos para regiões de meristema ativo (Raij 1991).

Os teores de potássio na planta são altos, geralmente inferiores, apenas, aos teores de nitrogênio, ele é absorvido como K^+ , sendo o mais importante cátion da fisiologia vegetal, e tendo uma função metabólica e não estrutural. Este elemento também é bastante móvel na planta, sendo translocado de tecidos senescentes para tecidos jovens (Raij 1991).

Na maioria das pastagens intensivamente utilizadas, os nutrientes ficam uma pequena parte do tempo total do ciclo no compartimento planta. Porém no caso de vegetação nativa ou subutilizada, os nutrientes podem permanecer no compartimento planta por longos períodos de tempo.

É geralmente difícil definir o tamanho do estoque de nutrientes da planta e, às vezes, é proveitoso dividir a planta nos compartimentos de nutrientes contidos na parte aérea e parte subterrânea da planta (Wilkinson e Lowrey, 1973; Newbould, 1978). Portanto é interessante quando se trabalha com o compartimento planta, que se identifique e caracterize os dois subcompartimentos formadores deste compartimento. No presente trabalho optou-se por seguir as recomendações destes autores e considerar a parte aérea e subterrânea da planta em separado.

No passado os estudos de ciclagem de nutrientes direcionaram toda sua atenção para as partes da planta acima do solo como fontes de nutrientes para reciclagem, porém as raízes contem uma proporção substancial de nutrientes das plantas (Newman e Eason; 1989) segundo Derner et al. (1997) e Tracy e Frank (1998) a degradação das raízes, juntamente com a incorporação da serrapilheira, é a mais importante fonte de N em solos de baixa fertilidade.

É conhecido que as gramíneas tropicais alocam grande parte dos fotoassimilados para as raízes e rizomas (Blue, 1988; Urquiaga et al., 1998) o que resulta em maior acúmulo de nutrientes neste compartimento em relação aos acumulados na parte aérea (folhas e colmo). Kanno et al. (1999) reportaram que as raízes de cinco gramíneas tropicais (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e cv. Tobiata e *Andropogon gayanus* cv. Baeti) representaram entre 53% a 76% da biomassa total dessas forrageiras, com maiores valores à medida que aumentava a fertilidade dos solos.

Os resíduos de raízes e rizomas de gramíneas tropicais decompõem-se lentamente devido à baixa qualidade do material (Thomas e Asakawa, 1993; Gijsman et al. 1997). Sendo assim Fisher et al. (1994) sugeriram que a introdução de gramíneas tropicais com

elevada capacidade de enraizamento em profundidade (e.g., *A. gayanus* e *B. humidicola*) constitui-se em uma alternativa viável para armazenar carbono no solo e contribuir para redução do efeito estufa.

Balesdent e Arbane (1996) por exemplo, apontaram que apesar de a produção de carbono na cultura do milho ser maior na fração acima do solo ($345 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ de C) do que na fração abaixo da superfície do solo ($142 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ de C), a fração abaixo da superfície do solo foi responsável por maior parte do estoque de matéria orgânica do solo ($57 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ de C) quando comparada com a fração acima do solo ($36 \text{ g m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ de C).

No processo de ciclagem de nutrientes as plantas podem ser vistas como competindo com outros drenos pelos nutrientes sendo liberados. No caso do nitrogênio os outros principais drenos são as perdas por lixiviação, volatilização e imobilização por microorganismos; drenos de fósforo são a fixação química, adsorção na superfície dos colóides e microorganismos (Newman e Eason, 1989).

Diferente de outros nutrientes, não existem mecanismos para armazenar nitrogênio no solo por períodos relativamente longos, dada a sua alta mobilidade (Bona Filho, 2002). Neste contexto é importante ressaltar que as coberturas vegetais, o compartimento planta, pode acumular substancial quantidade de biomassa e nitrogênio orgânico potencialmente disponível. Entretanto a questão é sincronizar a disponibilização do nutriente, através da mineralização da biomassa morta (compartimento serrapilheira) e a demanda deste nutriente pela pastagem de modo a se evitar perdas de nitrogênio por lixiviação, desnitrificação e volatilização. Segundo Assmann (2001) a capacidade das gramíneas de absorverem N pode ser de mais de $500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Os resultados de Newman e Eason, (1989) sugerem que há um curto período de tempo durante a decomposição inicial das raízes em que a liberação de nitrogênio e fósforo é tão rápida que os microorganismos saprofíticos não tem capacidade de capturar uma proporção substancial; destes nutrientes, que acabam se destinando a outros drenos. O “timing” de captura dos minerais liberados pela decomposição das raízes pode, desta maneira, ser crucial na determinação de qual proporção será absorvida pelas plantas, sendo desempenhado um importante papel pelas micorrizas fúngicas nesta situação. Para estes autores fica claro que hifas micorrizicas propiciam uma transferência direta entre os nutrientes das raízes mortas para as raízes vivas, sendo importantes para evitar a captura de tais nutrientes por outros drenos, como os microorganismos do solo, por exemplo.

Segundo Mott (1974) a absorção de nutrientes pelas forrageiras e seu consumo pelos animais se constituem apenas em um retardamento no fluxo de nutrientes no sistema. Já o nível de utilização destas pastagens é que vai definir a magnitude deste retardamento. Um ponto a ser ressaltado é que a contribuição através das plantas, para a ciclagem dos

nutrientes, será dada através de uma distribuição uniforme na área da pastagem, ao contrário do que ocorre com as excreções animais que são distribuídas de maneira desuniforme na pastagem (Wilkinson e Lowrey, 1973; Haynes e Williams, 1993).

Segundo Henzell (1977) a pressão de pastejo tem uma importante influencia sobre os mecanismos de transferência de nutrientes entre os compartimentos do ecossistema de pastagem. Sob uma alta pressão de pastejo haverá pouca queda de folhas mas, provavelmente, uma mais alta taxa de morte e renovação de raízes (“turnover”).

Importante quando se discute o compartimento planta é lembrar que, além de ciclarem entre compartimentos, os nutrientes também podem circular dentro de um compartimento específico, um exemplo disto ocorre com o fósforo em uma pastagem perene não pastejada, com a maturidade, as plantas redistribuem o fósforo para novos ramos ou raízes, para ser utilizado para crescimento e metabolismo (Bouma, 1967), desta maneira este elemento é reciclado ainda dentro do compartimento planta.

Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo através da queda de componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua posterior decomposição. Estes fragmentos orgânicos ao caírem sobre o solo, são designados de serrapilheira, liteira ou mantilho. A formação e a decomposição da serrapilheira são essenciais para a ativação da ciclagem de nutrientes entre as plantas e o solo.

O compartimento serrapilheira constitui-se assim, num importante mecanismo de transferência de nutrientes da fitomassa vegetal para o solo, este processo é causado pela senescência de partes da planta devido a mudanças metabólicas associadas à fisiologia de cada espécie e também a estímulos externos (Andrade et al., 2003).

Segundo estes autores, parte dos elementos liberados pela decomposição da serrapilheira é reabsorvida pelos organismos do solo e pelas plantas e parte é perdida do sistema (sendo transferida para a água e ar), de tal maneira que a decomposição desta camada possibilita que parte do carbono incorporado na fitomassa vegetal pela fotossíntese retorne à atmosfera como CO₂, e outros elementos absorvidos passem para uma forma novamente utilizável pelas plantas.

Grandes quantidades de matéria orgânica retornam ao solo, anualmente, via resíduos vegetais, entretanto existem poucas informações sobre a produção e composição química da serrapilheira de pastagens tropicais. Além da reduzida quantidade de trabalhos acerca da ciclagem da serrapilheira, existe ainda uma diversidade de ambientes trabalhados, de componentes amostrados, dos métodos de coleta e análise química dos componentes. Diferenças metodológicas podem constituir sério problema para comparação dos resultados, por exemplo, alguns trabalhos avaliam a decomposição da serrapilheira constituída de folhas, enquanto em outros trabalhos avaliam a serrapilheira total. Ocorre

ainda a não distinção entre os termos em serrapilheira e folha de serrapilheira, que às vezes são considerados como a mesma coisa (Rodrigues, 2001).

Em sistemas produtivos a serrapilheira também protege o solo dos agentes erosivos, fornecendo matéria orgânica e nutrientes para os organismos do solo e para as plantas, acarretando a manutenção e melhoria nas propriedades químicas e biológicas do solo, e conseqüentemente, na produção vegetal (Andrade et al., 2003).

A formação da camada de serrapilheira depende basicamente da quantidade de resíduos orgânicos destacados das plantas e da taxa de decomposição destes resíduos. De tal maneira que é importante se conhecer não apenas a quantidade produzida de serrapilheira mas também seu teor em nutrientes, além de sua velocidade de decomposição. Neste sentido o presente trabalho vem agregar-se aos dados de Dubeux (2005) que quantificou a produção e taxa de decomposição da serrapilheira na mesma área de realização deste trabalho.

A degradação da serrapilheira é um dos principais mecanismos responsáveis pela ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas. A decomposição dos materiais vegetais, é uma das etapas mais importantes na ciclagem de nutrientes, e dependerá da composição dos tecidos, da espécie utilizada e de condições ambientais. Tecidos ricos em material estrutural (celulose, hemicelulose e lignina) são mais resistentes à decomposição que tecidos mais pobres nesses materiais (Haag, 1985).

Quando os tecidos possuem alta relação C/N inicialmente há um consumo do nitrato existente no solo, que é incorporado ao protoplasma dos microorganismos do solo, e a matéria orgânica perde carbono que é convertido a CO_2 , resultando numa imobilização líquida do nitrato do solo, mas à medida que a relação C/N vai abaixando surgem condições de mineralização de amônio, logo convertido em nitrato (Tisdale et al.1985).

A decomposição de resíduos com concentração de nitrogênio inferiores a 2% ou com uma relação C/N maior que 25 conduz inicialmente para uma imobilização de nitrogênio mineral, enquanto materiais com concentração de nitrogênio superiores a 2% ou com uma relação C/N menor que 25, liberam o nitrogênio mineral. De fato, é conhecido que a concentração de nitrogênio e relação C/N são os principais fatores que determinam a habilidade dos resíduos das plantas para fornecer nitrogênio. Todavia há outros fatores que podem alterar esse fornecimento como, por exemplo, concentração de lignina ou relação lignina/nitrogênio (Myers et al., 1994).

Yadava e Thodan (1997) estudando a serrapilheira e os nutrientes liberados durante a decomposição de uma pastagem na Índia observou que a taxa de decomposição da parte aérea das gramíneas apresentou-se maior que a parte radicular nas espécies estudadas, fato atribuído à maior atividade microbiana na superfície do solo e também a fatores

abióticos. A taxa de decomposição da serrapilheira foi positivamente correlacionada com a umidade do solo, sendo influenciada ainda pelo conteúdo de nitrogênio, lignina e relação lignina/nitrogênio do resíduo.

À medida que se aumenta a lotação animal e a utilização da forragem produzida, como nas pastagens manejadas intensivamente, espera-se que a quantidade e a importância da serrapilheira na reciclagem de nutrientes diminua em relação às excretas dos animais (Thomas, 1992). Entretanto a matéria seca da serrapilheira tende a funcionar como dreno do N proveniente de outros compartimentos como a matéria orgânica do solo, excreta, fertilizantes adicionados e o nitrogênio originado da decomposição dos microorganismos do solo (Dubeux et al., 2004). Em pastagens manejadas intensivamente, esse processo pode limitar as perdas de nitrogênio, pois a serrapilheira pode “tamponar” ou reter o nitrogênio prontamente disponível, liberando-o posteriormente de forma sincronizada com a demanda das plantas (Wedin, 1996).

Em pastagens tropicais com serrapilheira de baixa qualidade, esse compartimento funciona, como dreno líquido do N disponível no solo (Thomas e Asakawa, 1993).

De modo geral, as leguminosas produzem resíduos de melhor qualidade (relações C:N, C:P, lignina:N e lignina:P menores) em relação aos de gramíneas, e os resíduos de parte aérea melhores do que os de raízes, mas ressalta-se que há grande variabilidade entre as espécies. Deste modo, em princípio, poder-se-ia propor a utilização de plantas com maior teor de compostos recalcitrantes e com extenso sistema radicular, como alternativas para aumentar a matéria orgânica do solo (Dubeux et al., 2004). Fisher et al. (1994) sugeriram que as gramíneas forrageiras de clima tropical (*A. gayanus*, *Brachiaria* sp.) são capazes de aumentar o armazenamento de C no solo devido ao extenso sistema radicular e a baixa qualidade destes resíduos. No entanto, é importante ressaltar, que amplas relações C:N e C:P implicam em imobilização líquida de nutrientes que estariam disponíveis para as plantas. A adubação da pastagem ou introdução de leguminosas, entretanto, pode contrabalançar esse efeito (Dubeux et al., 2004).

2.2.4 Compartimento Animal dentro do ecossistema de pastagem.

Neste compartimento estão incluídos todos os nutrientes contidos no corpo dos animais. No ecossistema de pastagem estes nutrientes são em sua maioria, provenientes das plantas forrageiras, embora contribuição pela ingestão de terra, água e sal não possa ser ignorada (Monteiro e Werner, 1989).

Sob pastejo intensivo a quantidade de resíduos de plantas é reduzido a um mínimo e a retenção de nutrientes pelo organismo dos animais em pastejo representa somente uma pequena fração do total consumido (Mott, 1974). Sendo assim, a maioria dos nutrientes ingeridos passa através do organismo animal e são retornados a pastagem através das excreções (Mott, 1974; Kamprath e Till, 1983; Spain e Salinas, 1985).

Segundo Russele (1997) a retenção dos nutrientes consumidos pelo animal varia de 5% a 30%, sendo retidos no corpo do animal de 5% a 10%, e de 15% a 30%, sendo retidos no leite. A retenção mineral vai ser esperada principalmente em animais em fase de crescimento. Dependendo da qualidade da forragem e do estado fisiológico do animal, animais maduros podem até mesmo excretar mais nutrientes minerais do que o ingerido, perdendo desta maneira nutrientes estocados em seu organismo (Wilkinson e Lowrey, 1973).

Um aspecto a ser considerado na distribuição de nutrientes pelas excretas dos animais é que ela é desuniforme (Petersen et al., 1956 b) de tal forma que a sua deposição pode estar associada ao desenvolvimento de deficiências nutricionais em plantas de algumas áreas e excesso de nutrientes em outras (Mathews et al. 1996) ou até mesmo promover o favorecimento de determinado componente botânico da pastagem (Ferreira et al. 2004). Resultando em uma grande proporção da pastagem não sendo coberta pelas excretas, independente do tamanho e formato do pasto (Petersen et al., 1956^{a,b}).

Em termos de manejo, o pastejo rotacionado com uma alta taxa de lotação permite uma redução na tendência natural dos animais em se agruparem e, conseqüentemente, há uma melhoria na distribuição das excretas na área pastoreada do piquete. Em decorrência disto, pode ocorrer uma redução nas perdas de nutrientes das excretas e um melhor aproveitamento pelas plantas com conseqüente aumento da eficiência da ciclagem. Entretanto caso haja algum atrativo para os animais nestas áreas (sombras, aguadas e cercas) e um maior período de pastejo, a uniformidade da distribuição das excreções não vai ocorrer (Crespo e González, 1983).

O papel das fezes e urina na reciclagem é bastante importante principalmente em pastagens intensivamente manejadas, pois a distribuição das excretas tende a ser mais uniforme ao mesmo tempo em que a quantidade de resíduo vegetal é menor devido à maior eficiência de utilização da forragem (Dubeux et al., 2004).

Por exemplo, durante o pastoreio de 90% a 95% do N removido com o consumo da forrageira é retornado, com as excreções, de maneira concentrada a pequenas áreas da pastagem (Petersen et al. 1956^a, Morton e Baird 1990). Com as fezes o aporte de N pode contribuir significativamente para a nutrição da forrageira somente se esse material for incorporado ao solo (Ferreira et al. 2004). Considerando-se que a distribuição espacial das

fezes e urina tende a se concentrar em determinadas áreas da pastagem (aguadas, sombra, cercas), as perdas podem ser bastante grandes. Disto resulta a importância de pesquisas que objetivam avaliar essa distribuição em relação ao comportamento animal (Sollenberger et al., 2002).

A passagem dos nutrientes pelo organismo do animal representa uma importante via de reciclagem desses nutrientes no sistema de pastagem. Segundo Mott e Popenoe (1977), apoiados por Mathews et al. (1996), e Moraes e Lustosa (1997) até 90% dos nutrientes minerais (incluindo nitrogênio) podem ser retornados ao sistema pelas excreções dos animais.

No caso do Nitrogênio, por exemplo, o gado bovino reterá cerca de 2,4% de nitrogênio em seu corpo vivo (Agricultural Research Council, 1965), de modo que a remoção de nitrogênio dos sistemas que exportam menos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de peso vivo, seria inferior a $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Henzell, 1977). No caso do fósforo, para cada animal de 504 kg, seriam exportados $3,3 \text{ kg ano}^{-1}$ de P (Wilkinson e Lowrey, 1973).

A absorção aparente dos nutrientes pelos animais e conseqüentemente, a proporção de nutrientes que é reciclada, varia de nutriente para nutriente e é função da espécie e quantidade de forragem ingerida pelos animais, bem como da maturidade e composição química das plantas que são consumidas (Mott, 1974; Mays et al., 1980; Little, 1982).

A porção de minerais retida pelos animais e conseqüentemente a excretada, está na dependência da categoria; sexo; idade, e condição fisiológica do animal, do estágio de lactação, do nível de ingestão da forragem e de terra, e da presença de parasitas no trato digestivo do animal (Little, 1982; Monteiro e Werner, 1989).

Desta forma, o estoque de nutrientes excretados nas fezes e urina pode variar grandemente entre animais individuais pastejando em uma mesma pastagem, e para um mesmo indivíduo pastejando em diferentes dias e/ou em diferentes períodos de um mesmo dia (Betteridge et al. 1986). A quantidade das fezes produzidas é grandemente influenciada pelas quantidades ingeridas, conseqüentemente, fatores afetando a ingestão da forragem afetarão também a produção de fezes (Haynes e Williams, 1993).

Dependendo do nutriente este pode ser excretado ou na forma orgânica ou na forma inorgânica (Haynes e Williams, 1993). Barrow & Lambourne (1962) afirmaram que nitrogênio, potássio (90%), e boro, são facilmente absorvidos pelo animal e excretados na urina, ao passo que fósforo, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, e cobre são principalmente excretados nas fezes.

Segundo Mott (1974) quando as fezes apresentam baixos níveis de fósforo, este está quase que em sua totalidade na forma orgânica enquanto que, nas fezes com altos

níveis deste nutriente, a quantidade na forma orgânica se equipara com a quantidade deste na forma inorgânica.

Em termos de ciclagem de nutrientes, é importante considerar a proporção dos nutrientes ingeridos que são excretados, o que está diretamente ligado à produtividade do sistema de produção. Cantarutti et al. (2001) sugerem que animais submetidos à dieta de baixa qualidade excretam maiores proporções do nitrogênio e fósforo ingeridos do que animais supridos com dietas de melhor qualidade. Em sistemas menos produtivos, maior proporção dos nutrientes ingeridos é excretada (Henzell e Ross, 1973), o que é relevante para sistemas de produção onde se utilizam forrageiras de baixa qualidade.

O número e o volume de micções e defecações por dia dependerão de características do animal (dentre elas o seu tamanho), das condições de pastejo e fatores ambientais. Bovinos geralmente urinam 4,5 a 12 vezes por dia e defecam 4 a 16 vezes por dia (Petensen et al., 1956^{a,b}; Macdiarmid e Watkins 1972; Simpsons e Strobbs, 1979; Morton 1984; Costa, 1988; Haynes e Williams, 1993).

Segundo Petensen et al., (1956^{a,b}), Macdiarmid e Watkins (1972), Wilkinson e Lowrey (1973), Simpsons e Strobbs (1979), e Morton (1984); um bovino adulto defeca a cada duas horas e urina a cada três horas, sendo cobertos 0,4 a 1,02 m² e 0,28 a 0,8 m², respectivamente em cada defecção e micção.

O volume das excreções vai variar com a estação do ano, condição da forragem, hora do dia, disponibilidade de água bebível, além do estado fisiológico dos animais Wilkinson e Lowrey (1973). Cada vez que o bovino urina o volume médio excretado varia de 1,7 a 2,3 litros. Já o peso médio por defecação varia de 1,5 a 2,7 kg matéria fresca (Haynes e Williams, 1993). O volume total excretado por um bovino adulto varia entre 6 a 20 L dia⁻¹ de Urina (Gurtler et al.1987). Já segundo Petersen et al. (1956) o volume total excretado por dia por um bovino adulto seria em torno de 9,0 kg dia⁻¹animal⁻¹ de urina e 25,3 kg dia⁻¹ animal⁻¹ de fezes.

Em relação à urina as mensurações são metodologicamente bastante trabalhosas, existe a necessidade do acompanhamento dos animais a fim de tornar possível a marcação da área tomada pela urina e sua extensão após os animais completarem cada evento de micção (Ferreira et al. 2004). Um recurso seria ministrar aos animais fluoresceína de sódio. Ao ser eliminada com a urina a fluoresceína de sódio permitiria que as áreas recobertas pela urina fossem identificadas à noite com o uso de uma lâmpada ultravioleta (Morton e Baird 1990). Face aos custos e às dificuldades metodológicas para o estudo da distribuição da urina no pasto, alguns autores estimaram para o número de micções, o mesmo número observado para as evacuações, já que a frequência destes eventos é bastante semelhante. Para a estimativa da área ocupada por urina atribui-se que é no mínimo duas vezes maior

que a das fezes (Ferreira et al. 2004). Sendo assim a maioria dos trabalhos que constam na literatura tem as fezes como objeto de estudo, e foi também por estes motivos que, no presente trabalho, optou-se por avaliar apenas as excreções efetuadas via fezes.

Spedding (1971) relatava que um bovino produz por quilo de peso, em termos de matéria seca, cerca de 16,4 g dia⁻¹ de fezes e 1,7 a 7,2 g dia⁻¹ de urina. Em um trabalho que está sendo conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP, Marchesin (2003), encontrou variação no peso dos bolos fecais de 1,8 a 2,7 kg por animal. Este autor verificou que as maiores variações ocorreram na época mais quente da avaliação.

Em termos médios, segundo Petersen et al.(1956^b) as fezes frescas contêm 0,38% N, 0,18% P₂O₅ e 0,22% K₂O, enquanto a urina fresca contém 1,1% N, 0,01% P₂O₅ e 1,15% K₂O. Para Haynes e Williams (1993), estas concentrações são, em média maiores, para estes autores a concentração típica nas fezes é de 80% de matéria orgânica, 2,6% de N, 0,70% de P e 1,0% e K. Já o conteúdo de cinzas das fezes bovina fica entre 20 e 40%, sendo que considerável proporção desta é sílica proveniente da ingestão de solo (Healy, 1968)

O nitrogênio é excretado na proporção de 0,8 g de nitrogênio para cada 100 g de massa seca de alimento ingerido (Barow e Lambourne, 1962). Floate e Torrance (1970), apresentaram teores médios de nitrogênio nas fezes entre 2,0% - 2,8% da massa seca, sendo que deste total 99% apresentam-se na forma orgânica (Floate 1970). Aproximadamente 20% - 25% do nitrogênio fecal é solúvel em água, representando o produto do metabolismo animal e a população microbiana no intestino, 15% - 25% é nitrogênio indigestível da dieta e os 50% - 65% restantes estão presentes em células bacterianas (Manson et al., 1981). Portanto o nitrogênio das fezes está presente em formas orgânicas principalmente de origem bacteriana, que são menos lábeis biologicamente que a uréia (Ball e Ryden, 1984).

O balanço entre o nitrogênio excretado entre fezes e urina varia de acordo com a dieta e quantidade ingerida do alimento (Barrow e Lambourne, 1962). Segundo Dubeux et al. (2004), animais alimentados exclusivamente com gramíneas tropicais excretam aproximadamente 50% do nitrogênio via fezes e 50% via urina. Quanto menor o teor de nitrogênio na forragem maior é a proporção do nitrogênio que recicla via fezes. Braz et al. (2002^a) reportaram que 93% do nitrogênio ingerido por animais em pastejo em pasto de *Brachiaria decumbens* retornaram para a pastagem como fezes. Por outro lado, Whitehead (1970) relatou que 80% do nitrogênio da dieta foi excretado pela urina quando o teor de nitrogênio na forragem foi de 4 dag kg⁻¹ (i.e., 25 dag kg⁻¹ proteína bruta) típico de algumas forrageiras de clima temperado.

É importante lembrar que o nitrogênio reciclado via urina tem maior probabilidade de ser perdido do sistema nos processos de volatilização, lixiviação e, ou imobilização na biomassa microbiana. As doses de nitrogênio aplicadas em cada evento de micção, excedem a demanda pelas plantas e implicam em elevadas perdas de nitrogênio, principalmente, por volatilização de amônia originada da hidrólise da uréia (Russelle, 1996). Como a principal fração nitrogenada da urina é a uréia, esta é rapidamente hidrolisada a amônio (NH_4^+), que acarreta aumento do pH local gerando perdas substanciais de nitrogênio por volatilização da amônia (Ferreira et al. 2004). Perdas por lixiviação de nitrato são importantes principalmente em áreas de alta intensidade pluviométrica (Russelle, 1996).

A excreção do fósforo, como já foi mencionado, ocorre principalmente via fezes, com cerca de 0,06 g de fósforo orgânico sendo excretado para cada 100g de alimento ingerido, o restante é excretado como fósforo inorgânico. Estes valores sugerem que quanto maior o conteúdo de fósforo no alimento, maior será o conteúdo de fósforo inorgânico nas fezes (Barow e Lambourne, 1962). Segundo Dubeux et al. (2004), o compartimento fezes contém mais fósforo, por exemplo, do que a soma dos compartimentos serrapilheira, folha, colmo e urina, sendo menor apenas do que a matéria orgânica do solo.

Durante a passagem pelo trato digestivo dos animais ocorre uma significativa mineralização do fósforo orgânico da planta (Bronfield e Jones, 1970) e ainda, muito do nitrogênio é excretado como uréia, que é rapidamente convertida em NH_4^+ e NO_3^- , formas prontamente disponíveis às plantas. Sendo assim o nitrogênio e o fósforo retornados através das excreções animais são mais rapidamente disponíveis às plantas que o nitrogênio e fósforo retornados via resíduos das plantas. O potássio na urina e fezes apresenta-se na forma iônica e é assim prontamente disponível a planta. Portanto, deste ponto de vista, a atividade dos animais em pastejo acelera a ciclagem de nutrientes dentro do sistema (Haynes e Williams 1993).

As fezes consistem de água resíduos não digeridos da forragem, produtos do metabolismo animal, e uma variada população microbiana bem como produtos de seu metabolismo. A consistência das fezes varia grandemente com a dieta e é afetada principalmente pelo conteúdo de água e de carboidratos estruturais da forragem. Forrageiras com altos teores de água e baixo conteúdo estrutural podem resultar em fezes líquidas. Comumente o material fibroso representa de 47 a 68% das fezes (Haynes e Williams, 1993). Fezes líquidas recobrirão uma maior área de pastagem que uma deposição de fezes mais consistentes.

Para que haja liberação dos nutrientes, as fezes devem sofrer degradação que pode ocorrer por processos físicos: através de gotas das chuvas ou da ação dos cascos dos animais; ou por processos biológicos: pelos organismos vivos do solo como

microorganismos, insetos e minhocas (Haynes e Williams, 1993). Rowarth et al. (1985) concluíram que a taxa de quebra física das fezes é altamente dependente das condições climáticas, eles observaram que durante o inverno/primavera a quebra física das fezes ocorreu dentro de 28 dias como resultado da alta precipitação, enquanto que no verão o material fecal persistiu por até 3 meses.

As fezes dos bovinos são inicialmente danosas ao crescimento da pastagem devido à cobertura das plantas (Weeda, 1977), as plantas afetadas ficam cobertas por várias semanas e geralmente morrem por falta de luz (Macdiarmid e Watkin, 1971), com o tempo a placa de fezes original diminui através da quebra de suas bordas permitindo que a área seja recolonizada por perfilhos de fora da placa. Esta morte é compensada pelo aumento na produção de matéria seca entre 1,5 a 12 meses após a aplicação das fezes. Ao redor da placa de fezes a produção de forragem também é estimulada porém bem menos do que no espaço recoberto pela placa (Williams e Haynes, 1995). A degradação ou desaparecimento das fezes no pasto pode estar compreendido em um período de tempo que varia de 30 dias até 17 meses, em função das condições climáticas (Weeda 1967). Essa porção rejeitada pode ocupar de 10% a 47% da área da pastagem.

A presença das fezes em pontos do pasto, normalmente, causa rejeição ao consumo do animal ficando essa porção não consumida até que o efeito da rejeição diminua com o tempo, ou novas áreas mais recentes recebam excretas passando a substituí-los. Essas áreas podem permanecer durante longos períodos, sem serem consumidas (Hirata et al.1991). Isso ocorre não apenas sob a área efetivamente coberta por fezes, mas acaba afetando uma área bem maior do que aquela. A área de forragem recusada parece depender da intensidade de pastejo, ou da disponibilidade de forragem limpa de excreções, e é considerada inversamente proporcional a pressão de pastejo (Marsh e Campling, 1970). Inicialmente esta rejeição é causada pelo odor das fezes (Macdiarmid e Watkin, 1972), porém ela pode continuar a ser rejeitada após a degradação das placas de fezes porque a pastagem presente naquela área cresce e torna-se mais grosseira e fibrosa (Maclusky, 1960), o período de rejeição ocorre de um a dois meses podendo ser superior a um ano (Castle e Macdaid, 1972).

A comunidade animal vai influenciar a eficiência da ciclagem de nutrientes em ecossistemas de pastagens não apenas por reter e exportar certa quantidade de nutrientes pelo organismo do animal, mas também devido ao seu padrão de pastejo e de deposição das excreções, já que os nutrientes são retornados para a pastagem de forma desuniforme. Segundo Wilkinson e Lowrey (1973) fatores afetando a distribuição tempo – espaço das excreções incluem sistema de manejo, método de pastejo, lotação, tipo (raça e idade) do

animal, comportamento animal (animais tendem a depositar mais excreções em áreas aonde eles se agrupam) e quantidade e frequência das excreções.

Apesar da área individual afetada pelas excreções ser pequena, o tipo de manejo adotado pode levar a que cerca de 1/3 ou de 30 a 40% da superfície da pastagem seja ocupada por essas excreções anualmente (Afzal e Adams, 1992). Lotero et al. (1966) assinalaram que mesmo com altas capacidades de carga, as excreções somente afetam a disponibilidade de N numa fração muito pequena da área total da pastagem. Segundo Saunders (1984) apesar das áreas cobertas pelas excreções ser de apenas de 30% a 40% da superfície da pastagem anualmente, as excreções podem ser responsáveis por até 70% da produção anual total do pasto.

Para Haynes e Williams (1993), ao depositarem as fezes e urina, os animais estão transferindo os nutrientes das áreas de pastejo, para pequenas áreas de deposição, desta maneira perdas podem ocorrer através da concentração de nutrientes em pequenos volumes de solo, em quantidades bem acima dos requerimentos das plantas forrageiras, desta forma, em curto prazo, naquela pequena área estes nutrientes acabam sujeitos a perdas por volatilização e lixiviação (além de fixação química e imobilização em formas orgânicas). Estes autores realçam ainda a concentração das deposições de nutrientes em áreas de descanso, sombra e próximo aos cochos de água. Wilkinson e Lowrey (1973) relatam que no sudeste americano, os animais em pastejo gastam grande parte dos dias quentes nos bosques ou sob árvores, locais onde os nutrientes são efetivamente perdidos do sistema. Na medida em que se aumentam as lotações, há uma menor tendência dos animais em se agruparem em determinadas áreas, levando a uma distribuição de excreções mais uniforme, propiciando uma ciclagem de nutrientes mais eficiente dentro do sistema.

Poderia-se imaginar que quanto maior a uniformidade da distribuição das excretas no pasto mais reduzida seria a necessidade do uso de fertilizantes para atender as necessidades nutricionais da planta (Morton e Baird 1990). Segundo Mathews et al. 1996, em um ecossistema de pastagem a desuniformidade de distribuição das excretas é o principal fator que afeta a recomendação de fertilizantes para esses sistemas. Essa heterogeneidade de fertilidade do solo, bem como, a irregularidade de produção de forragem nestes ambientes é desenvolvida e mantida pelo pastejo seletivo imposto pelo animal (Hitara e Ogura, 2001).

Em regiões de clima tropical, com temperaturas mais elevadas, os animais permanecem em pequenas áreas da pastagem próximas da sombra e da água nas horas mais quentes do dia, independentemente da lotação (Mathews et al. 1994; Mathews et al. 1999; White et al., 2001), reduzindo o efeito do método de pastejo adotado, o que contraria a hipótese de que em pastejos que associam grandes lotações instantâneas com animais

permanecendo curtos períodos curtos de tempo na pastagem levam uma distribuição de excretas mais uniformes. Neste sentido, Dubeux (2005) verificou que novilhas Brahman/Angus gastaram entre 30 e 230 minutos por dia, ou entre 4 e 32% do período luminoso (12 horas), sob a sombra em função das variáveis climáticas do dia de avaliação. Sendo assim, em regiões de clima quente, mesmo o pastejo rotacionado haveria uma maior concentração de nutrientes em áreas de descanso. Uma das alternativas para melhorar a distribuição de nutrientes em pastagens intensivamente manejadas seria a mudança periódica de local do bebedouro e a utilização de sombras artificiais móveis (Russelle, 1997).

Este fluxo de retorno de nutrientes pelas excretas, as respostas em aumento de produção de matéria seca vegetal e respostas com aumento na produção animal é muito complexo e de grande dificuldade analítica (Ferreira et al., 2004). Por exemplo, o efeito proporcionado pelas fezes pode ser resultado da combinação de fatores como: número, tamanho, peso e área ocupada pelas fezes; pelo seu padrão de distribuição no pasto; da área afetada pelas fezes e pelo seu efeito no crescimento e consumo das forrageiras; da taxa de decomposição, bem como a dependência desses fatores aos aspectos relacionados às condições climáticas e ao manejo adotado em cada propriedade (Hirata et al. 1991).

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE FORRAGEIRA

O gênero *Paspalum* é amplo, sendo aproximadamente 80% dos biotipos poliploides, dentre as quais as tetraploides são predominantes (Quarín, 1992). Apesar disso biotipos diploides com algum grau de reprodução apomítica foram observados (Norrman et al., 1989). Na natureza, os tetraploides apomíticos, aparecem normalmente juntos com raças coespecíficas sexual-diploides (Ortiz et al., 2001).

Biotipos tetraploides de *P. notatum*, provenientes da América do Sul, são obrigatoriamente apomíticos (Burton, 1948; Bashaw et al., 1970). A versão sexual é restrita a *P. notatum* var. *saure* ($2n = 20$), da qual obteve-se um cultivar conhecido como Bahiagrass cv. pensacola. A reprodução apomítica é comum para aos biotipos tetraploides de *P. notatum*, enquanto que os biotipos diploides reproduzem-se alogamicamente (Burton, 1955, Pozzobom e Valls, 1997).

A espécie *Paspalum notatum* é polimórfica constituída de três principais variedades: *Paspalum notatum* var. *notatum*, *Paspalum notatum* var. *latiflorum* e *Paspalum notatum* var. *saure*. Esta última endêmica da Argentina, é considerada por Bukart (1969) como uma variedade distinta, sendo que dela Burton (1967) obteve a cultivar pensacola (Rocha, 1991, Maraschin 2000).

Estudos Agronômicos identificaram biotipos promissores, e alguns deles tornaram-se cultivares comerciais, como é o caso da Bahiagrass cv. argentine e Bahiagrass cv. pensacola, este último foi selecionado e melhorado a partir de plantas acidentalmente introduzidas nos Estados Unidos da América provenientes da América do Sul, mais especificamente da Argentina (Burton 1990).

A maioria das várias introduções testadas adaptam-se bem no Sul do Estados Unidos mas devido à sua baixa resistência ao frio não tem boa adaptabilidade em áreas do Norte da Flórida para cima. O cultivar 'Argentine', uma introdução testada, melhorada e colocada no mercado americano pelo SCS Plant Materials Center é muito usada no Sul da Flórida. O cultivar 'pensacola' é a gramínea perene tropical, de propagação via semente, mais plantada no Sul dos Estados Unidos da América, comparado com as Bahiagrasses tetraploides, o cultivar diplóide sexual 'pensacola' tem maior rendimento de forragem, e sementes, é mais resistente ao frio e de estabelecimento mais fácil (Burton, 1990).

P. notatum var. *saure* Parodi (Bahiagrass cv. pensacola) a forma comumente encontrada nos Estados Unidos da América, sendo uma forrageira valiosa (Ortiz et al., 2001), é a gramínea dominante nas aéreas de pastagens da Flórida, onde a precipitação média anual é de 1300 mm, com períodos de 276 dias livres de frio e solos de baixa fertilidade (Haddad et al., 1999)

2.3.1 A espécie *Paspalum notatum* no Brasil

A composição botânica de pastagens naturais no Brasil mostra uma grande contribuição de espécies do gênero *Paspalum*. Uma alta proporção da produção animal de ruminantes é baseada em pastagens naturais contendo espécies deste gênero. *Paspalum notatum* Flüggé é a espécie mais comum deste gênero no Sul do Brasil, o centro de origem da espécie, cobre o Sul do Brasil, Uruguai, Nordeste da Argentina e Paraguai. Vários biotipos são encontrados no Brasil, de acordo com as características edafoclimáticas da área (Pozzobom e Valls, 1997).

Não foram encontradas plantas nativas diploides no Brasil. Tetraploides são encontradas desde o Norte do País, e são conhecidas, no Centro e no Sul do País, como "Grama Batatais" (Valls e Pozzobon, 1987).

No Brasil a espécie se instala ecologicamente dominante nas pastagens degradadas, constituindo o início de um desenvolvimento seral em áreas cujos climaxes anteriores eram florestas, cerrados, etc (Rocha, 1991).

No Brasil os acessos de *Paspalum notatum* são mantidos pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em dois centros de pesquisa. A maioria deles foi

coletada no seu próprio habitat natural no Sul do Brasil. Dentre as coleções de germoplasma da EMBRAPA, as espécies tetraploides ($2n = 40$ cromossomos) são predominantes (91% dos acessos estudados), confirmando várias revisões sobre este gênero. Onze acessos com $2n = 20$ cromossomos, apesar de coletados em áreas onde cresciam livremente, são possivelmente derivados da Bahiagrass cv. pensacola, comumente cultivado nestas áreas desde sua introdução no Brasil vinda dos Estados Unidos da América nos anos sessenta (Pozzobom e Valls, 1997).

As informações técnicas sobre as espécies ou variedades desse gênero no Brasil, particularmente do capim-pensacola, são praticamente restritas à região Sul do país, onde espécies desse gênero são à base da exploração a campo de rebanhos ovinos e bovinos. Na região de cerrados, sua utilização e difusão vem aumentando principalmente nas criações de eqüinos, onde por suas características tornou-se uma alternativa interessante para o pastejo desses animais. Entre essas características destacam-se: tolerância a pisoteio intenso e freqüente, baixa altura da planta, ausência de princípios antinutricionais (Haddad et al., 1999)

No Brasil o Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento; por intermédio do serviço nacional de proteção de cultivares (Secretaria de apoio rural e cooperativismo), considera a pensacola usada no País como *Paspalum notatum* Flüggé.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DA CULTIVAR

Pastagens ocupam grandes extensões de área na Florida e sudoeste dos Estados Unidos, sendo que a Bahiagrass cv. pensacola (*Paspalum notatum* Flüggé var. saure Parodi Flüggé) é a gramínea mais plantada no Estado da Flórida, cobrindo aproximadamente um milhão de hectares, 90% dos quais são usados para produção de gado de corte (Chambliss, 2000), sustentando aproximadamente 975.000 cabeças, (Florida Dept. of Agriculture, 2002). Apesar de ter uma grande adaptação a este Estado e a Costa do Golfo (Figura 2) esta espécie tem baixo valor nutricional quando comparada com muitas gramíneas tropicais perenes (Sollenberger, 2001). Apesar destas limitações esta forrageira é bastante tolerante ao pastejo e a uma ampla gama de solos, sendo relativamente fácil de se estabelecer e bastante resistente a invasoras. Devido a estas vantagens a espécie cobre mais área que qualquer outra gramínea na Flórida (Chambliss, 2000).

Dentre os cultivares de Bahiagrass o cv. pensacola é a mais utilizada, principalmente devido aos seus relativamente alto rendimentos e moderado desempenho animal (Chambliss, 2000). Esta espécie se caracteriza por colmos horizontais na superfície do solo, e um sistema de raízes profundas combinadas com rizomas que formam um denso “colchão” abaixo do solo (Burson e Watson, 1995). Este denso sistema de raízes e rizomas torna esta espécie menos susceptível a invasoras. Sendo uma gramínea tropical perene, as plantas possuem o metabolismo C4, apresentando-se metabolicamente mais eficientes que as gramíneas temperadas e respondendo a altas temperaturas e umidade, sendo que a cultivar pensacola exibe pouco crescimento abaixo dos 15°C, o que limita o seu período produtivo, na Flórida, de Abril até o final de outubro (Mislevy, 1985). Esta gramínea é agressiva e relativamente tolerante a seca e solos de baixa fertilidade (Prates et al., 1975), o que proporciona a esta espécie uma grande adaptabilidade às condições ambientais da Flórida.

Esta espécie pode persistir tanto em solos bem drenados, quanto em solos mal drenados. Adaptada à região da planície costeira sudeste Americana, ela tem sua melhor performance em solos arenoso com pH de 5,5 a 6,5 (Twidwell et al., 1998).

Durante a primavera (abril - junho) a Bahiagrass cv. pensacola é caracterizada por um alto valor nutritivo, e alta produtividade, o que é atribuído ao período seco e às baixas temperaturas às quais deprimem a taxa respiratória das plantas, preservando os carboidratos não estruturais e diminuindo a lignificação dos tecidos, resultando em uma maior digestibilidade da forragem (Blaser 1986). Durante o pico da estação de crescimento, de meados de julho a começo de setembro, os pastos produzem mais massa e reduzem em digestibilidade. A performance animal segue o mesmo padrão, com o ganhos sendo maiores no início da estação de crescimento e depois decaindo no final da estação (Rusland et al., 1988; Sollenberger et al., 1989; Sollenberger e Jones, 1989; Twidwell et al., 1998).

Nitrogênio é geralmente o maior fator limitante para o crescimento da Bahiagrass cv. pensacola (Gates et al., 2004). Segundo Blue (1988^{a,b}) aumentos nas doses de nitrogênio levariam a aumentos na produção e elevação da concentração de nitrogênio na forragem, para estes autores doses de nitrogênio de 0, 100 e 200 kg ha⁻¹ levaram a concentrações de nitrogênio na forragem de 35, 115, e 204 kg ha⁻¹ N. Segundo Twidwell et al., (1998) aumentos nas taxas de nitrogênio aplicado de 0 a 445 kg ha⁻¹ aumentaram a produção total de matéria seca de 4,0 a 15,6 Mg ha⁻¹, e nos teores de proteína bruta de 105 a 144 g kg⁻¹. Burton et al. (1997) relataram aumentos nas doses de N de 56 a 448 kg ha⁻¹ levaram a aumentos na produção de 6,0 a 15,1 Mg ha⁻¹, e aumentos na concentração de nitrogênio de 11 a 17 g kg⁻¹. Ruelke e Prince (1971) encontraram para doses de nitrogênio de 134, 269 e

538 kg ha⁻¹ produções de matéria seca de 6,7, 9,0 e 11,7 Mg ha⁻¹. Estes dados indicam que a Bahiagrass cv. pensacola pode responder drasticamente aos aumentos das doses de nitrogênio.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Este trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa em ciclagem de nutrientes em pastagens da University of Florida. Baseado num experimento de pastejo de longo prazo, foi conduzido no laboratório de avaliações de campo da Beef Research Unit (BRU) da University of Florida, em Gainesville, região Centro-Norte do Estado da Flórida, Estados Unidos da América, situado a 29° 43' latitude Norte e 82° 20' longitude oeste.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido.

Os solos da área apresentam baixa fertilidade, predominantemente espodosolos das séries Smyrna e Pomona, com pH médio de 5,9. Os espodosolos (podzol) são solos arenosos com acúmulo de húmus e sesquióxidos no subsolo e cobrem aproximadamente 3 milhões de hectares no Estado da Flórida (Buol et al., 1984).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PASTAGEM E HISTÓRICO DA ÁREA

Foi utilizada uma pastagem bem estabelecida de Bahiagrass cv. pensacola (*Paspalum notatum* Flüggé var. saure Parodi). Os pastos foram manejados rotacionadamente com uma lotação similar (1,5 unidade animal ha⁻¹, onde uma unidade animal = 500 kg peso vivo) durante as cinco estações de pastejo de verão (anos de 1996 a 2000) que antecederam o início do experimento no ano de 2001.

As características quanto à fertilidade do solo, ao início e ao final de cada estação de pastejo durante o período de condução do experimento (anos de 2001, 2002 e 2003), apresentam-se no Anexo 1.

Os dados meteorológicos do Condado de Alachua, região onde se encontra a estação experimental BRU, durante o período de condução do experimento (anos de 2001, 2002 e 2003), encontram-se no Anexo 19.

3.3 DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento avaliou o efeito de três intensidades de manejo no método de pastejo contínuo e uma intensidade de manejo no método de pastejo rotacionado, após três anos de manejo (2001, 2002 e 2003) no estoque de nutrientes contidos no solo, planta, serrapilheira e fezes dos animais.

O período de coleta das amostras aconteceu no início da estação de pastejo (junho), meados da estação de pastejo (agosto) e final da estação de pastejo (outubro) do ano de 2003, após um período de imposição dos tratamentos de 3 anos (2001, 2002 e 2003).

Em cada uma destas três datas, foram retiradas amostras do solo, das plantas, da serrapilheira e das fezes dos animais.

3.4 TRATAMENTOS

A intensidade de manejo foi definida como sendo uma combinação de carga animal e fertilização nitrogenada. Os quatro tratamentos foram:

1. Manejo não intensivo (Baixo) - 40 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 1,2 unidade animal [UA, uma UA = 500 kg peso vivo] ha⁻¹ de carga animal.
2. Manejo moderadamente intensivo (Moderado) - 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 2,4 unidade animal ha⁻¹ de carga animal.
3. Manejo altamente intensivo (Alto) - 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 3,6 unidade animal ha⁻¹ de carga animal.
4. Manejo Rotacionado (Rotacionado) – método de pastejo rotacionado definido como 7 dias de pastejo e 21 dias de descanso e 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ N e 3,6 unidade animal ha⁻¹ de carga animal.

Os tratamentos foram escolhidos de maneira a representar aqueles manejos usados pela maioria dos criadores de gado de corte da Flórida. O tratamento de manejo não intensivo aproxima-se do manejo utilizado pela maioria dos produtores do Estado da Flórida. O tratamento de manejo moderadamente intensivo representa aqueles produtores que empregam um manejo mais intensivo. O tratamento de manejo altamente intensivo representa um considerável aumento na intensidade de manejo quando comparado com

qualquer manejo sendo adotado atualmente na região. As escolhas das taxas de nitrogênio e carga animal utilizadas no tratamento altamente intensivo foram baseadas nos dados de Burton (1997) e Twidwell et al. (1998) que observaram que a produção de Bahiagrass cv. pensacola (*Paspalum notatum* vr. saure) foi aproximadamente três vezes maior quando utilizadas doses de N próximas a $360 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N quando comparada com a produção na dose de $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N.

Os tratamentos foram aplicados à pastagem Bahiagrass cv. pensacola durante as estações de pastejo de 2001 (112 dias de pastejo), 2002 (168 dias de pastejo) e 2003 (169 dias de pastejo). O pastejo iniciou-se, a cada ano, na primavera ou no início do verão tão logo a quantidade de forragem disponível fosse suficiente para suporte dos animais (26/junho/2001, 22/maio/2002 e 12/maio/2003). Em 2003, ano este em que se procederam às coletas amostrais, os animais foram retirados da pastagem no dia 28 de outubro, perfazendo um total naquele ano de 169 dias de pastejo.

Foram utilizadas lotações fixas e portanto não foram realizados ajustes de oferta de forragem.

3.5 ÁREA EXPERIMENTAL

O tamanho das unidades experimentais (pastos) variou para atingir a carga animal desejada, e foram: 1,0; 0,5; 0,33; e 0,25 ha para os tratamentos de manejo não intensivo, manejo moderadamente intensivo, manejo altamente intensivo, e manejo rotacionado, respectivamente; de tal sorte que 2 animais (cruzamento Angus x Brahman), foram alocados em cada unidade experimental para os tratamentos de manejo com métodos de pastejo contínuo, e 5 animais no tratamento de manejo rotacionado, atingindo-se assim as cargas animal desejadas.

3.5.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com duas repetições para cada tratamento. Cada piquete se constituiu em uma unidade experimental.

3.6 ADUBAÇÃO DA ÁREA

Os tratamentos de manejo não intensivo e manejo moderadamente intensivo, receberam 40 kg ha^{-1} de N na forma de nitrato de amônio no final de março/início de abril

quando as condições de temperatura e a umidade do solo favoreciam a resposta da pastagem ao nitrogênio.

O tratamento de manejo moderadamente intensivo recebeu mais duas aplicações adicionais de 40 kg N ha^{-1} , uma no final de junho e outra no início de agosto.

Os tratamentos de manejo altamente intensivo e manejo rotacionado receberam, no total, 4 aplicações de 90 kg N ha^{-1} , no final de março/início de abril, início de junho, meados de julho e final de agosto (com exceção do ano de 2001 quando foram realizadas apenas 3 aplicações de nitrogênio, em consequência da estação de pastejo ter sido mais curta que o normal, porque houve um atraso no início do pastejo causado pela seca daquele ano).

Todos os tratamentos receberam fósforo ($17 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e potássio ($66 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) antes da aplicação de N em 2001, e simultaneamente com a primeira aplicação de N em 2002 e 2003. Houve uma segunda aplicação de $17 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de fósforo e $66 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de potássio para os tratamentos moderadamente intensivo e altamente intensivo apenas no ano de 2002 simultaneamente com a segunda aplicação de nitrogênio.

As doses de adubação e freqüência de aplicação do enxofre e de micronutrientes refletiram as práticas recomendadas para a região, como segue: no ano de 2002 todos os tratamentos receberam junto com a primeira aplicação de nitrogênio 30 kg ha^{-1} de enxofre; no ano de 2003 todos os tratamentos receberam junto com a primeira dose de nitrogênio 400 kg ha^{-1} da fórmula B (0.9 g kg^{-1}), Fe (6.8 g kg^{-1}), Mn (9.1 g kg^{-1}) e Zn (3.6 g kg^{-1}).

3.7 CARACTERIZAÇÃO DOS ANIMAIS

Os animais tiveram um peso médio no início da estação de pastejo de 344, 313 e 350 kg de peso vivo, em 2001, 2002, e 2003, respectivamente. Os animais tinham água e sal mineral "ad libitum", além de uma sombra artificial ($3.1 \times 3.1 \text{ m}$) disponível em cada um dos piquetes.

3.8 FATORES AVALIADOS

O período de retirada das amostras aconteceu no início da estação de pastejo (junho), meados da estação de pastejo (agosto) e final da estação de pastejo (outubro) do ano de 2003, após um período de manejo de 3 anos.

Cada uma destas épocas corresponde a uma estação climática diferenciada. Junho caracteriza-se pelo final da primavera e início do verão, agosto se caracteriza pelo verão e outubro pelo outono.

Em cada uma destas três datas, foram retiradas amostras de solo, da planta (parte aérea e radical), da serrapilheira e das fezes dos animais. A metodologia usada para coleta das amostras será detalhada nos tópicos que seguem.

Estas coletas foram realizadas sempre no quarto dia após a entrada dos animais no tratamento rotacionado.

Desta maneira, foram feitas coletas em todas as unidades experimentais da repetição 1, em um mesmo dia, em cada uma das 3 épocas de amostragem (junho, agosto e outubro 2003), sempre no quarto dia após a entrada dos animais na repetição 1 do tratamento rotacionado. Para esta repetição as coletas foram realizadas nos dias 06/junho/2003, 02/agosto/2003 e 18/outubro/2003.

As coletas em todas as unidades experimentais da repetição 2 foram realizadas, em um mesmo dia, em cada uma das 3 épocas de amostragem (junho, agosto e outubro 2003), sempre no quarto dia após a entrada dos animais na repetição 2 do tratamento rotacionado. Para esta repetição as coletas foram realizadas nos dias 13/junho/2003, 08/agosto/2003 e 24/outubro/2003.

Um total de 6 amostras foi coletado dentro de cada unidade experimental, para o solo, pastagem e serrapilheira. Para as fezes foram coletadas 2 amostras em cada unidade experimental, cada uma proveniente da defecação de um animal.

3.8.1 Avaliação da pastagem

Para avaliação da pastagem, blocos de pastagem foram marcados na área a ser amostrada com uma forma de ferro (20 cm largura X 20 cm comprimento X 20 cm profundidade) e, a partir do corte realizado na face interna da forma, usando pás retas e cortantes, foram coletadas as amostras de pastagem de 20 cm largura X 20 cm comprimento X 20 cm profundidade (região de maior concentração de raízes).

Dentro de cada unidade experimental foram retirados 6 blocos de pastagem, cada um pesando em torno de 15 kg. Estas amostras incluíam as raízes, a parte aérea das plantas, além da serrapilheira.

Logo após serem coletados, os blocos de pastagem foram secos em estufa de ar forçado à 55° C por 96 h.

3.8.1.1 Coleta da serrapilheira

A serrapilheira foi definida como material morto da fração aérea das plantas, depositado na superfície do solo, não mais ligado à planta.

Para amostragem da serrapilheira foi coletado o material morto da fração aérea das plantas depositado no solo dentro da forma de 20 cm largura X 20 cm comprimento. Logo após serem coletadas, as amostras de serrapilheira foram secas em estufa de ar forçado até atingirem peso constante, foram então pesadas e moídas em um moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, e encaminhadas ao laboratório para análise de C total, N total, P total, K, e fibra em detergente neutro (FDN).

3.8.1.2 Coleta da parte aérea da pastagem

Depois dos blocos estarem secos e de haver sido coletada toda a serrapilheira que cobria o solo do bloco, a parte aérea foi separada do bloco.

A parte aérea (fração folha+colmos) foi pesada e moída em um moinho tipo Willey com peneira de 1 mm.

Estas amostras foram encaminhadas ao laboratório para análise de C total, N total, P total, K, fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO).

3.8.1.3 Coleta das raízes+rizomas

Os blocos remanescentes contendo as raízes+rizomas foram quebrados e as raízes+rizomas foram limpos passando-os por um jogo de peneiras de 4mm, 2mm, e 500 μ m.

Após serem limpas as amostras de raiz+rizoma foram pesadas e moídas em um moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Estas amostras foram então encaminhadas ao laboratório para análise de C total, N total, P total, K, e FDN.

3.8.1.4 Análise do teor de matéria seca do material vegetal

O teor de matéria seca das amostras de material vegetal foi determinado após a secagem das amostras a 105°C por 15h. Os teores de matéria orgânica foram determinados após combustão à 550°C por 15h.

3.8.1.5 Análise de carbono e nitrogênio total do material vegetal

Os teores de carbono total e nitrogênio total das amostras secas e moídas de folhas+colmos, raízes+rizomas, e serrapilheira foram determinados após combustão

completa das amostras a 1010° C usando o Carlo Erba NA 1500TCTNS Analyzer (Haak-Buch1er Instruments, Sadd1ebrook, New Jersey). Neste aparelho todo o C é oxidado a CO₂ e todo N é oxidado a N₂ estes gases são carregados por um outro gás não contaminante, como o hélio por exemplo, para que então seus teores sejam medidos por cromatografia gasosa.

3.8.1.6 Análise de fósforo total do material vegetal

Os teores de fósforo total das amostras secas e moídas de folhas+colmos, raízes+rizomas, e serrapilheira foram determinados no Forage Evaluation Support Laboratory da University of Florida. As amostras foram digeridas usando a metodologia da digestão com bloco de alumínio de Gallaher et al. (1975), com modificações. Pesou-se 0,25 g da amostra (1,5 g de 9:1 K₂SO₄:CuSO₄ foi usado como catalisador) e a digestão foi conduzida por pelo menos 4 horas a 375°C usando 6 ml de H₂SO₄ e 2 ml H₂O₂. O fósforo foi então determinado por colorimetria semiautomatizada (Hambleton, 1977).

3.8.1.7 Análise de potássio do material vegetal

Os teores de potássio total das amostras secas e moídas de folhas+colmos, raízes+rizomas, e serrapilheira foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (AAS) do extrato das amostras após digestão com ácido clorídrico 6,0 M de acordo com método EPA 200,0 (USEPA, 1983).

3.8.1.8 Análise do teor de fibra em detergente neutro do material vegetal

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) das amostras secas e moídas de folhas+colmos, raízes+rizomas, e serrapilheira foram determinados no Forage Evaluation Support Laboratory da University of Florida pelo método de Golding et al. (1985)

3.8.1.9 Análise da digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica das folhas+colmos

A digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica das folhas+colmos foi determinada no Forage Evaluation Support Laboratory da University of Florida pelo método dos dois estágios (Tilley e Terry, 1963) com modificações segundo Moore e Mott (1974).

3.8.2 Avaliação do solo

3.8.2.1 Avaliação dos estoques de nutrientes no solo

Com o objetivo de analisar o estoque de nutrientes do solo foram retiradas amostras de solo nas mesmas datas em que se retiravam as amostras de pastagem e serrapilheira, em locais que circundavam a área de retirada dos blocos de pastagem.

Em cada um dos 4 lados da área de onde se retirou o bloco foram retiradas amostras de solo em 3 profundidades, (0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm) obtendo-se assim uma amostra composta de 24 subamostras por unidade experimental (piquete), para cada uma destas profundidades.

As análises de solo foram realizadas somente nas camadas mais superficiais de solo, 0-5, 5-10 e 10-15 devido às avaliações terem ocorrido em um curto espaço de tempo, de tal forma que as alterações podem ser notadas mais rapidamente nestas camadas.

As amostras de solo compostas foram analisadas quanto aos teores de C total, N total, P total, e K.

O Carbono total e Nitrogênio total do solo foram determinados após combustão seca das amostras a 1010^o C usando o aparelho Carlo Erba NA 1500TCTNS Analyzer (Haak-Buch1er Instruments, Sadd1ebrook, New Jersey). Neste aparelho todo o C é oxidado a CO₂ e todo N é oxidado a N₂, estes gases são carregados por um outro gás não contaminante, como o hélio, para que então seus teores sejam medidos por cromatografia gasosa.

Os teores de fósforo total do solo foram determinados após as amostras de 1g de solo terem sofrido combustão a 550 C e terem sido digeridas em 50 ml de 0,5 M H₂SO₄, agitadas por 16 horas e centrifugadas a 1500xg por 15 minutos seguindo a metodologia citada por O'Halloran (1993), sendo determinado o teor de fósforo pelo método de Murphy-Riley, (1962).

As análises de teor de potássio extraível, com uso do extrator Mehlich-1 e análise de colorimetria, foram realizadas no Analytical Research Laboratory, do IFAS, University of Florida.

3.8.2. 2 Avaliação da densidade global do solo

Quando se estudam as diferenças na estocagem de nutrientes no solo, entre diferentes sistemas de manejo, as comparações devem ser feitas baseadas em um equivalente de massa de solo para que dessa forma se leve em conta a densidade do solo

(Angers et al., 1997). Gifford et al. (2003) salientam a importância de se relatar e basear as estimativas de estoque de nutrientes nos dados de densidade do solo porque segundo eles, esta informação permite entender e prever o movimento dos fluidos e substâncias carregadas por estes fluidos dentro do solo bem como entre o solo e o meio ambiente, sendo indispensáveis à previsão de capacidade de estoque de nutrientes de solos recebendo diferentes manejos ou usos. Portanto para se chegar a valores de estoque total de nutrientes por hectare é indispensável o conhecimento da densidade do solo em questão.

Uma opção seria seguir a metodologia proposta por Francis (1988) e obter tais estoques pela multiplicação da concentração total do nutriente por 8,966 milhões kg, que segundo Buckman e Brady (1960) é o peso médio dos solos por hectare.

Porém, no presente trabalho todos os dados de estoque de nutrientes do solo por hectare (em suas diversas camadas) levaram em consideração a densidade global (média) do solo onde se trabalhou que foi de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$.

A densidade global do solo na área do experimento foi determinada pelo método das amostras indeformadas (Blake e Hartge 1986). Foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada através de anéis de aço de bordas cortantes. Os anéis metálicos foram cravados no solo, sendo de tal forma retirados que as amostras de solo contidas dentro destes permaneciam indeformadas. Estes anéis foram vedados e transportados até o laboratório. Depois de secos, obteve-se a densidade global do solo. Foram coletados dois anéis em cada uma das três profundidades estudadas, perfazendo um total de 12 cilindros para cada profundidade (0-5, 5-10 e 10-15 cm).

3.8.3 Avaliação das fezes

3.8.3.1 Coleta das fezes

Para amostragem das fezes dos animais, em cada uma das unidades experimentais (piquetes), foi coletada em cada um das três épocas de amostragem (junho, agosto e outubro de 2003), após 3 dias de entradas dos animais no manejo rotacionado (no quarto dia, portanto), uma amostra composta por fezes de dois animais. Tão logo os animais defecassem eram coletadas as amostras de fezes frescas de cada um dos 2 animais que estavam presentes em cada piquete, no caso dos tratamentos contínuos e de 2 dos animais do tratamento rotacionado. As amostras eram embaladas em sacos plásticos e homogeneizadas, colocadas em caixas térmicas com gelo e encaminhadas ao laboratório.

3.8.3.2 Análise das fezes

Cada amostra composta de fezes foi dividida em duas, metade foi congelada e a outra metade foi seca a frio usando-se um LABCONCO #5 FREEZE DRIER, evitando-se desta forma volatilização de nutrientes.

As amostras de fezes secas a frio foram caracterizadas quanto aos teores totais de C, N, P, e K.

Os teores de carbono total e nitrogênio total das amostras secas e moídas de fezes foram determinados após combustão das amostras a 1010^o C usando o Carlo Erba NA 1500TCTNS Analyzer (Haak-Buch1er Instruments, Sadd1ebrook, New Jersey). Neste aparelho todo o C é oxidado a CO₂ e todo N é oxidado a N₂ estes gases são carregados por um outro gás não contaminante, para que então seus teores sejam medidos por cromatografia gasosa.

O teor de fósforo total das fezes foi determinado segundo sugerido por Dou et al. (2002). A concentração de fósforo total foi determinada por digestão ácida (microondas-assistida) (Walter et al., 1997). O processo de dois estágios consiste de digestão preliminar de 0,25 g de amostra em 10 ml H₂SO₄ concentrado seguido pela adição de 7,5 ml de 30% de H₂O₂ e uma segunda digestão, sendo determinado o teor de fósforo pelo método de Murphy-Riley (1962).

Os teores de potássio total das amostras secas e moídas de fezes foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (AAS) do extrato das amostras após digestão com ácido clorídrico 6,0 M, de acordo com método EPA 200,0 (USEPA, 1983).

Com a outra metade das amostras de fezes que não haviam sido secas a frio foram realizadas análises do teor de matéria seca e matéria orgânica das fezes.

3.9. CÁLCULOS DOS ESTOQUES DE NUTRIENTES

De posse dos teores de nutrientes em cada fração componente do sistema foi possível se calcular os estoques de cada nutriente para cada compartimento: raiz+rizoma, folha+colmo, e solo (em suas diversas camadas), em kg ha⁻¹ do nutriente, desta forma obteve-se o tamanho de cada um dos compartimento.

No material vegetal o teor de cada nutriente, dentro de cada uma das frações estudadas, foi multiplicado pela quantidade de matéria seca daquela fração presente por hectare.

No solo, levando-se em consideração a densidade do solo, o teor de cada nutriente,

dentro de cada uma das camadas de solo estudadas, foi multiplicado pelo volume de solo daquela camada por hectare.

No que diz respeito às fezes não foi possível obter-se o estoque de nutrientes neste compartimento já que não foram realizados ensaios de degradação, e portanto não se conhecia a real quantidade de fezes presentes no solo que ainda não estava em processo e degradação, logo, para este compartimento, calculou-se apenas as deposições diárias de nutrientes, no solo, via fezes.

3.10 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MATÉRIA SECA DE FEZES DEPOSITADA DIARIAMENTE

Para se calcular a quantidade de matéria seca de fezes depositada por dia, por tratamento, assumiram-se vários parâmetros, dentre eles o consumo animal, peso médio dos animais, além de digestibilidade da forrageira.

Tomando-se um peso vivo médio de 300 kg por animal e assumindo-se um consumo de 2,5% do peso vivo por dia (dados médios obtidos por Dubeux, comunicação pessoal), obteve-se um consumo diário de 7,5 kg de matéria seca por animal por dia.

Considerando-se uma digestibilidade de 50% (dados médios obtidos por Stuart, 2003, que trabalhou na mesma área e com o mesmo sistema de pastagem), a excreção de fezes foi considerada de 3,75 kg de matéria seca.

Dividindo-se 3,75 kg de fezes por 300 kg de peso vivo obteve-se 12,5 g de matéria seca de fezes por kg de peso vivo por dia, valor um pouco abaixo dos encontrados por Spedding (1971) mas justificável pela digestibilidade da Bahiagrass cv. pensacola.

Assumindo-se que esse consumo não variou muito por tratamento, multiplicando-se a produção diária de fezes por animal pelo número de animais de cada tratamento, obteve-se:

- Manejo não intensivo (Baixo):
 $3,75 \text{ kg MS fezes animal}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 2 \text{ animais} = 7,5 \text{ kg MS fezes ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- Manejo moderadamente intensivo (Médio):
 $3,75 \text{ kg MS fezes animal}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 4 \text{ animais} = 15 \text{ kg MS fezes ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- Manejo altamente intensivo (Alto):
 $3,75 \text{ kg MS fezes animal}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 6 \text{ animais} = 22,5 \text{ kg MS fezes ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.
- Manejo Rotacionado (Rotacionado):
 $3,75 \text{ kg MS fezes animal}^{-1} \text{ dia}^{-1} \times 6 \text{ animais} = 22,5 \text{ kg MS fezes ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

3.11 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE MATÉRIA SECA DE FEZES DEPOSITADA DURANTE TODA ESTAÇÃO DE PASTEJO (169 DIAS)

Para estimativa da deposição de fezes, por tratamento, durante todo período experimental foram multiplicados os valores de deposição diária de fezes por 169 dias de permanência dos animais, nos piquetes nos tratamentos de manejo não intensivo, manejo moderadamente intensivo, e manejo altamente intensivo; e por 42 dias de permanência dos animais, no piquete do tratamento de manejo rotacionado.

3.12 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statística. Os resultados foram submetidos à análise de variância e Teste F. Os resultados estatisticamente significativos pelo teste F ao nível de significância de até 15% tiveram suas médias comparadas pelo teste de Duncan, com utilização do nível exato de significância. Neste caso, os resultados com nível de significância também de até 15% foram considerados estatisticamente diferentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARTIÇÃO DA BIOMASSA NO SISTEMA DE PASTAGEM DE BAHIAGRASS cv. PENSACOLA

A partição da biomassa entre os compartimentos raiz+rizoma, folha+colmo e serrapilheira encontra-se ilustrada na Figura 3.

A alocação de biomassa foi de 4 a 12 vezes maior para o conjunto raízes+rizomas em relação ao conjunto aéreo folhas mais colmos, confirmando o observado por Blue (1988^{a,b}) e Urquiaga et al. (1998), que afirmaram que as gramíneas tropicais alocam grande parte dos fotoassimilados para as raízes e rizomas (anexos 2, 3 e 4). Nota-se também que, à medida que se intensificou o manejo a proporção raiz/parte aérea diminuiu (Figura 4).

No início da estação de pastejo (junho 2003) a matéria seca total de raízes+rizomas a 20 cm de profundidade foi de 24258 kg ha⁻¹ no tratamento de manejo rotacionado, não diferindo de 22650 kg ha⁻¹ no manejo não intensivo; 20729 kg ha⁻¹ no tratamento de manejo altamente intensivo e 18671 kg ha⁻¹ no manejo moderadamente intensivo (Anexo 2).

No meio da estação de pastejo (agosto 2003), a matéria seca total de raízes+rizomas apresentou valores inferiores ao início da estação de pastejo, seguindo o mesmo padrão com o tratamento de manejo rotacionado com os valores mais altos de matéria seca de raiz+rizoma (15240 kg ha⁻¹) não diferindo dos manejos não intensivo (14904 kg ha⁻¹), manejo altamente intensivo (13070 kg ha⁻¹), e manejo moderadamente intensivo (11616 kg ha⁻¹) (Anexo 3).

No final da estação de pastejo (outubro 2003) os valores de matéria seca de raiz+rizoma apresentaram-se bastante próximos àqueles encontrados no meio da estação de pastejo, sendo que desta vez o manejo não intensivo apresentou os maiores valores de biomassa de raiz+rizoma, 14732 kg ha⁻¹, não diferindo dos manejos altamente intensivo, 14018 kg ha⁻¹, moderadamente intensivo, 13475 kg ha⁻¹, e rotacionado 12438 kg ha⁻¹ (Anexo 4).

Estes dados não permitem comprovar a hipótese levantada por Dubeux et al. (2004) de que uma maior intensidade de pastejo (traduzida em maior adubação nitrogenada e altas lotações) favoreceriam a produtividade primária levando ao aumento de produção e deposição de raízes.

Em função do período do ano, o volume de matéria seca de raízes a 20 cm de profundidade foi superior no início da estação de pastejo (junho 2003) diminuindo no decorrer da estação de pastejo (Anexos 2, 3 e 4). Isto se deve ao fato que, a partir do estresse causado pela desfolha do pastejo a planta transfere biomassa de raiz e rizoma, favorecendo sob tais situações a produção da fração aérea. Esta constatação vem de encontro com as proposições de Younger (1972), e Almeida et al. (1996) que assinalavam que a desfolha leva à redução de peso, crescimento e biomassa radicular como um todo. Segundo Briske (1991) desfolhas intensas, além de provocar redução, e parada no crescimento das raízes, podem provocar a morte de raízes como consequência da falta de energia proveniente da fotossíntese.

Como as plantas passaram de uma situação não estressante ao início da estação de pastejo, para uma situação de estresse (pastejo), era de se esperar este padrão de comportamento. Segundo Corsi e Nascimento (1994), durante períodos de pastejo (estresse) os carboidratos produzidos pela fotossíntese são utilizados preferencialmente pela parte aérea em prejuízo do sistema radicular.

Esta alta taxa de alocação de matéria seca para folhas e colmos que se manifestou para o manejo intensivo e rotacionado, apenas no início da estação de pastejo, é provavelmente uma resposta à elevada dose de N utilizada nestes dois tratamentos (360 kg ha⁻¹), com o passar do tempo, porém, no decorrer da estação de pastejo esta reposta foi gradativamente diminuindo como efeito do pastejo.

No início da estação de pastejo (junho 2003) a biomassa aérea foi superior nos tratamentos de manejo altamente intensivo e rotacionado, que não diferiram entre si, e apresentaram valores de 3608 kg MS ha⁻¹ e 3524 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Os tratamentos de manejo não intensivo e moderadamente intensivo não diferiram entre si e foram inferiores aos outros dois com 1870 kg MS ha⁻¹ e 1773 kg MS ha⁻¹, respectivamente (Anexo 15).

Em agosto, no meio da estação de pastejo, o manejo rotacionado apresentou os maiores valores de biomassa nas folhas+colmos com 3370 kg MS ha⁻¹ não diferindo do manejo altamente intensivo, 2561 kg MS ha⁻¹, e sendo superior aos manejos não intensivo 2098 kg MS ha⁻¹ e moderadamente intensivo 1854 kg MS ha⁻¹, que não diferiram entre si (Anexo 16).

Já em outubro, ao final da estação de pastejo, as diferenças significativas entre os tratamentos apresentaram o manejo rotacionado superior aos demais com 2722 kg MS ha⁻¹, seguido pelos manejos moderadamente intensivo com 2201 kg MS ha⁻¹, altamente intensivo com 2133 kg MS ha⁻¹ e não intensivo com 1711 kg MS ha⁻¹ (Anexo 17).

Levando-se em consideração a serrapilheira, nota-se que a alocação de biomassa neste compartimento foi superior à alocação de biomassa na fração folhas mais colmos apenas nos tratamentos não intensivo e moderadamente intensivo (Anexos 2, 3 e 4), ocorrendo, portanto, do ponto de vista de produção de carne, “perdas” de matéria seca de pastagem a baixas intensidades de manejo.

Há uma tendência de que, nos tratamentos com alta intensidade de manejo (tratamento de manejo altamente intensivo e tratamento de manejo rotacionado), ocorra uma maior alocação de biomassa na fração aérea das plantas formadoras da pastagem que não vem a ser “perdida” na forma de serrapilheira (Anexos 2, 3 e 4), isto conota um maior aproveitamento animal e um padrão de reciclagem de nutrientes completamente diferente ao que ocorre em baixas intensidades de manejo. Naquelas situações, a principal via de reciclagem seria a serrapilheira, enquanto nestes manejos as dejeções dos animais se constituem em principal forma de reciclagem, confirmando o observado por Thomas (1992).

A produção de serrapilheira não apresentou um padrão definido de comportamento em função da época de amostragem. Vale ressaltar que o volume de matéria seca de serrapilheira em uma pastagem é afetado não apenas pela produção de matéria seca de serrapilheira, mas também pela taxa de degradação desta. Uma sugestão para trabalhos futuros seria além da avaliação de produção de massa e de estoque de nutrientes (parâmetros abordados neste trabalho) fossem também analisadas a dinâmica de degradação das fezes e da serrapilheira.

No início da estação de pastejo (junho 2003), os maiores valores de matéria seca de serrapilheira ocorreram no manejo altamente intensivo não diferindo dos demais tratamentos (Anexo 2). No meio da estação de pastejo (agosto 2003) o manejo moderadamente intensivo apresentou os maiores valores de matéria seca de serrapilheira, não diferindo dos demais tratamentos (Anexo 3). Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) novamente não houve diferença significativa entre os tratamentos, com valores variando entre 3152,3 kg MS ha⁻¹ no manejo altamente intensivo e 1868,9 kg MS ha⁻¹ no manejo não intensivo (Anexo 4).

FIGURA 3 - Partição da biomassa (kg ha^{-1}), por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago – Out 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

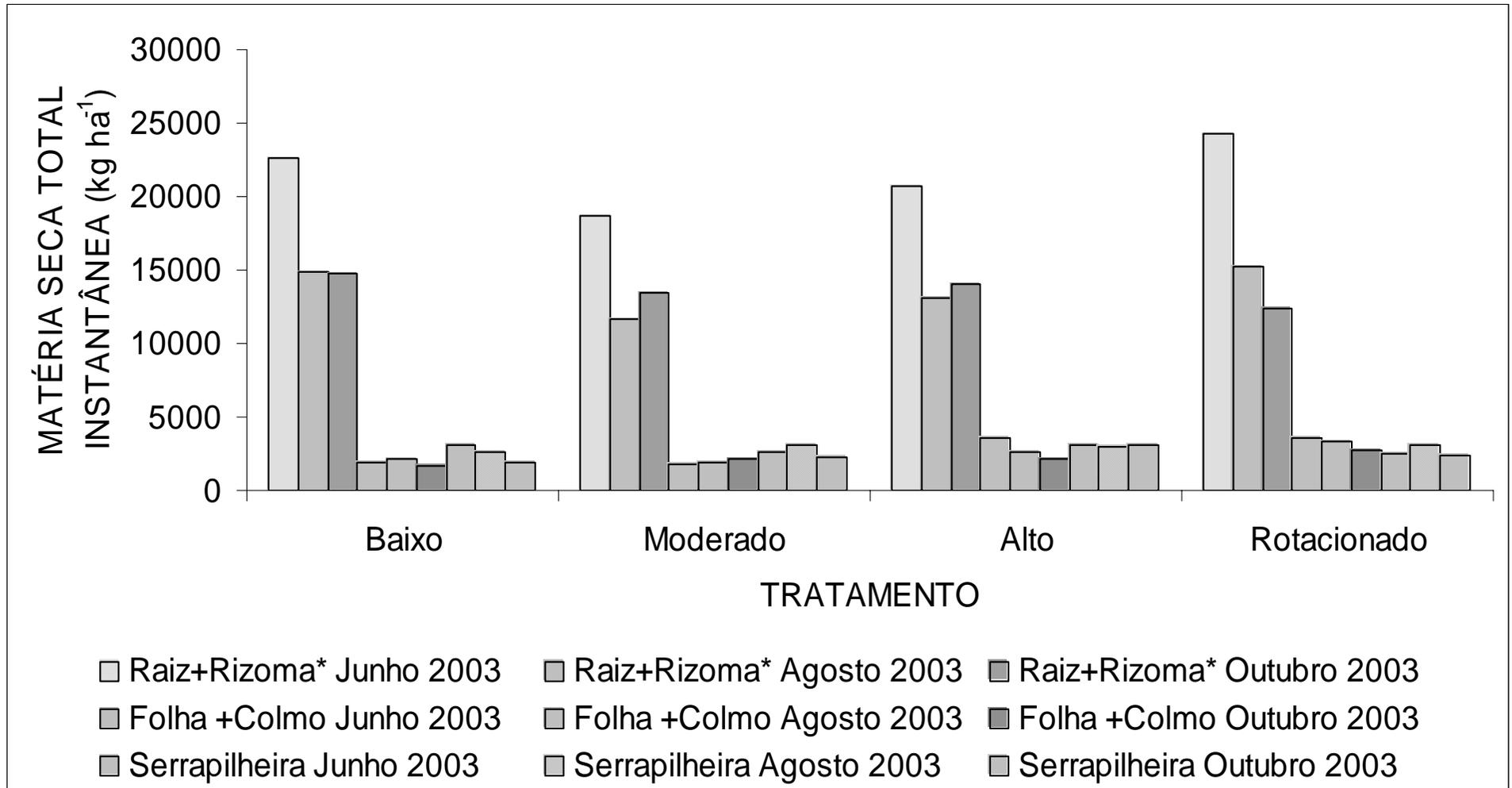
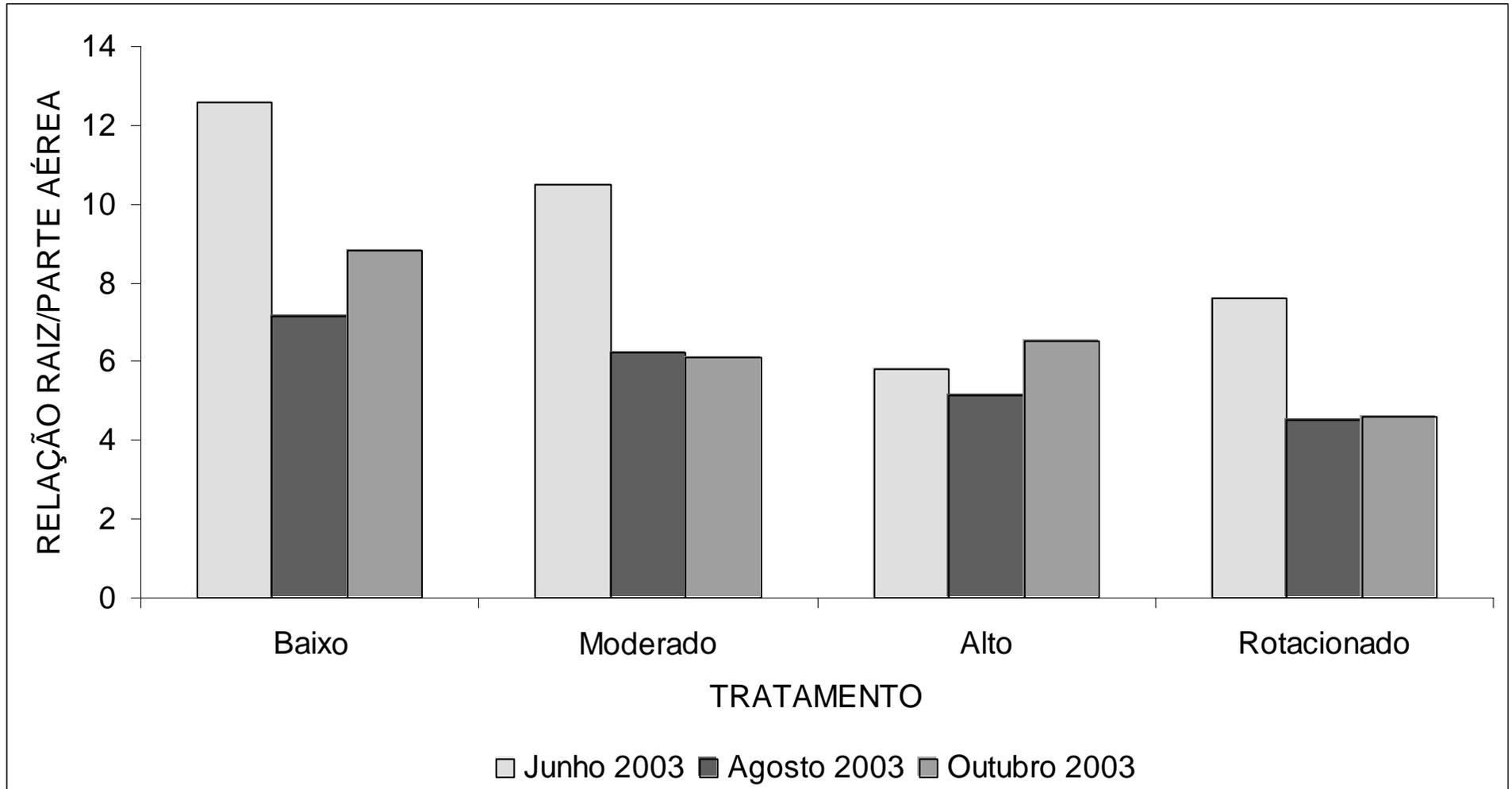


FIGURA 4 - Relação raiz/parte aérea, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago – Out 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.



4.2 ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SISTEMA DA PASTAGEM DE BAHIAGRASS cv. PENSACOLA.

4.2. 1 Estoque de Nitrogênio

A maior parte do nitrogênio encontrado neste ecossistema de pastagem estava distribuído entre as diversas camadas de solo (Figura 5, 6 e 7), concordando com Wilkinson e Lowrey, (1973) e Tisdale et al. (1985), que afirmavam ser o solo o principal reservatório de nutrientes do ecossistema de pastagens. Dentre estas camadas, houve uma tendência de que a camada superficial fosse responsável pelo maior estoque de nitrogênio, seguida pelas camadas de 5-10 cm e de 10-15 cm de profundidade. Desta forma, na camada superficial o estoque de nitrogênio manteve-se alto em função da reciclagem do elemento via serrapilheira e excreções. Estes resultados vêm comprovar as observações de Francis (1988) de que o nitrogênio total é consideravelmente mais concentrado na superfície do solo, como resultado de uma alta concentração de matéria orgânica e da fixação e ciclagem deste nutriente na camada mais biologicamente ativa.

No início da estação de pastejo (junho 2003) na camada superficial, primeiros 5 cm de solo, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que os estoques de nitrogênio variaram de 1404,2 kg ha⁻¹ de N no manejo intensivo a 1085,6 kg ha⁻¹ de N no tratamento de manejo rotacionado (Anexo 5).

Nas camadas menos superficiais também não houve diferenças significativas entre os tratamentos, porém ocorreu maior estoque de nitrogênio no tratamento não intensivo. Na camada de 5-10 cm de profundidade os estoques de nitrogênio variaram entre 642,0 kg ha⁻¹ de N para o manejo não intensivo a 375,0 kg ha⁻¹ de N para o manejo rotacionado, já na camada de 10-15 cm profundidade os estoques de nitrogênio foram desde 435,2 kg ha⁻¹ de N para o manejo não intensivo a 318,9 kg ha⁻¹ de N para o manejo rotacionado (Anexo 5).

Isto reflete uma maior colaboração das excretas na reciclagem de nutrientes no manejo intensivo e manejo rotacionado o que leva a uma maior disponibilidade de nitrogênio superficial bem como uma mineralização mais rápida deste elemento nestes tratamentos.

Em agosto (meados da estação de pastejo) apesar de não haverem ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, houve um maior acúmulo de nitrogênio superficial no tratamento de manejo não intensivo com valores de 1470,9 kg ha⁻¹ de N (Anexo 6). Na camada de 5-10 cm não houve diferenças entre os tratamentos, sendo que o maior estoque de nitrogênio ocorreu no tratamento de manejo moderadamente intensivo (1252,5 kg ha⁻¹ de N) (Anexo 6).

Na camada de 10-15 cm de profundidade o manejo rotacionado apresentou-se superior aos demais com valores de estoque de nitrogênio de 2305,4 kg ha⁻¹ de N. Os demais manejos não diferiram entre si sendo que o manejo moderadamente intensivo foi inferior ao manejo rotacionado ao nível de significância de 0,15 e com valores de 1119,1 kg ha⁻¹ de N; o manejo altamente intensivo foi inferior ao manejo rotacionado ao nível de significância de 0,07 com valores de 634,9 kg ha⁻¹ de N; e o manejo não intensivo foi inferior ao manejo rotacionado ao nível de significância de 0,04 com valores de 321,7 kg ha⁻¹ de N (Anexo 16).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003), na camada superficial, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, com valores de estoque de nitrogênio variando de 1403,09 kg ha⁻¹ de N no manejo rotacionado a 865,5 kg ha⁻¹ de N no manejo moderadamente intensivo (Anexo 7).

Nas camadas de 5-10 e 10-15 cm de profundidade não ocorreram diferenças significativas, porém o tratamento não intensivo foi o que teve maior estoque de nitrogênio, com 646,3 kg ha⁻¹ de N e 457,8 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, sendo que, apenas na superfície este ficava atrás dos estoques de nitrogênio nos manejo intensivo e rotacionado (Anexo 7).

Os valores médios de estoque de nitrogênio por hectare no solo, em suas diversas camadas, ficaram próximos daqueles encontrados por Cambardella e Elliott (1992) que trabalharam com um solo "Duroc Loam" e encontraram estoques médios de N por hectare entre 737,5 kg ha⁻¹ de N e 915 kg ha⁻¹ de N, a cada 5 cm de profundidade.

A repartição do N entre os compartimentos da planta apresentaram como padrão um maior acúmulo nas raízes+rizomas à profundidade de 20cm, seguida pela serrapilheira ligeiramente acima da fração folhas mais colmos. Este padrão ocorreu para todos os tratamentos com exceção apenas do manejo rotacionado, no qual a fração folhas mais colmos apresentou maiores estoques de N que a serrapilheira no início e no meio da estação de pastejo (Anexos 5, 6 e 7).

Atenção especial deve ser dada aos resultados dos compartimentos raiz+rizoma e serrapilheira já que segundo Derner et al. (1997) e Tracy e Frank (1998) a incorporação da serrapilheira, juntamente com degradação das raízes é a mais importante fonte de nitrogênio em solos de baixa fertilidade.

O compartimento raiz+rizoma veio logo após o solo em capacidade de estoque de nitrogênio, no início da estação de pastejo (junho 2003) ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de significância de 0,01, sendo que o manejo altamente intensivo foi superior aos demais com estoque de N de 291,5 kg ha⁻¹ de N. O manejo rotacionado não diferiu significativamente do manejo altamente intensivo, com valores de

275 kg ha⁻¹ de N. Já os manejos não intensivo e moderadamente intensivo, não diferiram entre si e foram significativamente inferiores aos manejos rotacionado e altamente intensivo com valores de 117,6 kg ha⁻¹ de N e 112,0 kg ha⁻¹ de N (Anexo 15).

No meio da estação de pastejo (agosto 2003), ocorreram no compartimento raiz+rizoma diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de significância de 0,07, sendo que o manejo rotacionado foi superior aos demais com estoque de N de 270,3 kg ha⁻¹ de N. O manejo altamente intensivo não diferiu significativamente do manejo rotacionado. Os tratamentos não intensivo e moderadamente intensivo não diferiram entre si, e foram significativamente inferiores ao manejo rotacionado (Anexo 16).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003), novamente ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, desta vez ao nível de significância de 0,01, sendo o manejo altamente intensivo superior aos demais com valores de 234 kg ha⁻¹ de N. O manejo rotacionado não diferiu significativamente do manejo altamente intensivo, com valores de 195,4 kg ha⁻¹ de N. Novamente os manejos não intensivo e moderadamente intensivo, não diferiram entre si e foram significativamente inferiores aos manejos rotacionado e altamente intensivo com valores de 69,6 kg ha⁻¹ de N e 101,9 kg ha⁻¹ de N respectivamente (Anexo 17).

Estes resultados comprovam o observado por Blue (1988^{a,b}) que afirmou que mesmo que aparentemente a Bahiagrass cv. pensacola não responda a aumentos das doses de nitrogênio em termos de aumentos nos teores de nitrogênio das suas folhas, esta espécie está sim utilizando o nitrogênio estocando-o em seus rizomas. Este autor reconheceu que as respostas de Bahiagrass cv. pensacola a aumentos nos níveis de nitrogênio aplicados não são tão elevadas como para outras gramíneas tropicais mas elas existem e apresentam-se muito mais pronunciadas na fração raízes+rizomas.

Os altos estoques de nitrogênio encontrados no compartimento raiz+rizoma sugerem que, provavelmente, o nitrogênio foi translocado das folhas senescentes antes destas se destacarem da planta, sendo armazenado no compartimento raiz +rizoma, que foi superior em estoque de nitrogênio que o compartimento serrapilheira. Segundo Taiz e Zeiger (1998) e Larcher (2000) quando os tecidos entram em senescência há um contínuo decréscimo de atividade metabólica nestes tecidos ocorrendo uma desproporção no metabolismo das proteínas. Nesta situação a degradação supera a síntese de proteína ocorrendo um acúmulo de aminoácidos solúveis os quais são desviados para tecidos metabolicamente mais ativos ou de reserva, como no caso dos rizomas. Segundo estes autores até 60% da proteína da folha pode ser novamente utilizada e bioelementos valiosos como o nitrogênio e o fósforo podem ser recuperados, sendo que nos tecidos em processo de senescência os carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos são degradados em açúcares,

compostos nitrogenados solúveis e glicosídeos que são translocados para tecidos jovens ou órgãos de reserva.

Os compartimentos serrapilheira e folha+colmo apresentaram estoques de nitrogênio bem parecidos, porém a serrapilheira tendeu a ser superior em estoque de nitrogênio por hectare (Anexos 5, 6 e 7).

No início da estação de pastejo (junho 2003) houve efeito dos tratamentos no estoque de nitrogênio do compartimento serrapilheira, sendo que o manejo altamente intensivo foi superior aos demais com valores de $54,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. O manejo rotacionado foi inferior ao nível de significância de 0,11, e valor de $41,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; o manejo não intensivo foi inferior ao nível de significância de 0,06 e valor de $37,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; e o manejo moderadamente intensivo foi inferior ao nível de significância de 0,02 e valor de $31,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, sendo que estes três não diferiram entre si (Anexo 15).

Em agosto, meados da estação de pastejo, não houve efeito dos tratamentos no estoque de nitrogênio do compartimento serrapilheira, sendo que os estoques variaram de $25,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no manejo não intensivo a $48,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no manejo rotacionado (Anexo 6).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) voltaram a ocorrer diferenças significativas entre os tratamentos. O manejo altamente intensivo teve o maior estoque de nitrogênio, $51,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, não diferindo significativamente do manejo rotacionado com estoque de N de $44,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de N. Os tratamentos de manejo moderadamente intensivo e não intensivo não diferiram entre si e foram inferiores ao tratamento de manejo altamente intensivo com $26,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de N e $18,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (Anexo 17).

Estes valores estiveram bem próximos dos valores encontrados por Estivalet (1997), trabalhando com campo nativo no sul do Brasil, que encontrou estoque médio de $46,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; mas estiveram um pouco acima dos estoques de nitrogênio encontrados por Heringer e Jacques (2002) de em média $34,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, também em campo nativo no Sul do Brasil .

O estoque de nitrogênio na fração folha+colmo no início da estação de pastejo (junho 2003) apresentou um valor de significância de 0,05 entre os tratamentos. Destacou-se o tratamento de manejo altamente intensivo com $50,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N de folha+colmo, que foi superior aos manejos não intensivo com $22,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, e moderadamente intensivo com $21,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, e não diferiu do manejo rotacionado com $44,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (Anexo 15).

O tratamento manejo rotacionado apresentou altos níveis de probabilidade de ser superior em estoque de nitrogênio quando comparado aos tratamentos não intensivo e moderadamente intensivo ao mesmo tempo em que não diferiu do tratamento de manejo

altamente intensivo, o que faz bastante sentido já que neste tratamento foi usada a mesma adubação pesada que no manejo intensivo.

O estoque de nitrogênio na fração folha+colmo no meio da estação de pastejo (agosto 2003) seguiu o mesmo comportamento da primeira amostragem no início da estação de pastejo com diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 0,02. O tratamento de manejo rotacionado foi superior aos demais, com 59,2 kg ha⁻¹ de N de folha+colmo, diferindo do manejo altamente rotacionado com 39,4 kg ha⁻¹ de N, do tratamento moderadamente intensivo com 24,6 kg ha⁻¹ de N e do tratamento de manejo não intensivo com 18,1 kg ha⁻¹ de N (Anexo 16).

O estoque de nitrogênio na fração folha+colmo ao final da estação de pastejo (outubro 2003) foi significativo ao nível de 0,06, com destaque novamente para o manejo rotacionado com 41,8 kg ha⁻¹ de N na fração folha+colmo. O manejo altamente intensivo não diferiu do manejo rotacionado com 36,6 kg ha⁻¹ de N. Já os tratamentos não intensivo e moderadamente intensivo não diferiram entre si e foram inferiores ao tratamento de manejo rotacionado com 15,3 kg ha⁻¹ de N e 23,3 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Anexo 17).

Assim como nos períodos anteriores o manejo rotacionado apresentou altos níveis de probabilidade de ter estoques de nitrogênio superior aos tratamentos não intensivo e moderadamente intensivo, porém com baixa probabilidade de ser diferente do manejo intensivo. Este fato se deve provavelmente pelo fator mencionado anteriormente de que nos tratamentos: manejo altamente intensivo e manejo rotacionado, foram usadas as mesmas doses maciças de nitrogênio por hectare (360 kg ha⁻¹ de N). Realmente, vários pesquisadores (Vélez-Santiago e Arroyo-Aguilu, 1983; Blue, 1988; Christiansen et al., 1988; Burton et al., 1997; Twidwell et al., 1998) reportaram que aumentos nas doses de nitrogênio levariam a elevação nos teores de nitrogênio (e conseqüentemente, proteína bruta) de Bahiagrass cv. pensacola e outras gramíneas tropicais.

Os estoques de N nas folhas+colmos durante toda a estação de pastejo foram, em média, um pouco inferiores aos encontrados por Blue (1988) que foram de 35, 115 e 204 kg ha⁻¹ de N para doses de nitrogênio de 0, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, aplicados à pastagem de Bahiagrass cv. pensacola.

Entretanto quando comparados com os de Batmanian e Haridasan (1985) trabalhando no cerrado brasileiro, os estoques de N nas folhas+colmos foram, durante toda a estação de pastejo, em média, superiores aos encontrados por eles, que encontraram em torno de 15 kg ha⁻¹ de N nas gramíneas que compunham aquela pastagem, mostrando assim o potencial da pensacola, que apesar de ser uma espécie tida como de baixo valor nutricional, desde que bem manejada, pode fornecer forragem de boa qualidade, algumas vezes superando o material que se tem disponível a campo.

Tanto os teores de nitrogênio nas folhas+colmos quanto nas raízes+rizomas responderam positivamente ao manejo e portanto às altas doses de N, concordando com Johnson et al. (2001) que afirmavam que doses crescentes de nitrogênio (entre 0 e 157 kg ha⁻¹ de N) levariam a aumentos nas concentrações de nitrogênio da planta. Estes autores encontraram um comportamento quadrático na concentração de nitrogênio na planta com o decorrer do período de pastejo, sendo associado às temperaturas mais amenas do início e final da estação de pastejo um estoque de nitrogênio maior quando comparado com estes valores durante o meio da estação de pastejo quando as temperaturas alcançavam os picos de verão.

Os teores de nitrogênio nas fezes (Figura 8) não apresentaram diferenças significativas. No início da estação de pastejo (junho 2003) os teores de nitrogênio nas fezes variaram de 1,1% no manejo rotacionado a 1,8% nos manejo não intensivo e no manejo altamente intensivo (Anexo 5), o que levou a pastagem a receber um retorno diário de nitrogênio via fezes de 137,2 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N no manejo não intensivo, 236,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N no manejo rotacionado, 252,4 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N no manejo moderadamente intensivo e 414,8 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N no manejo altamente intensivo (Anexo 5); aí sim ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de significância de 0,07. Sendo o tratamento altamente intensivo superior aos demais, e os demais tratamentos não diferindo entre si (Anexo 15).

No meio da estação de pastejo (agosto 2003) os teores de nitrogênio nas fezes não diferiram significativamente e variaram de 1,8% no manejo altamente intensivo a 2,1% no manejo rotacionado (Anexo 6). O retorno diário de nitrogênio diferiu significativamente entre os tratamentos ao nível de significância de 0,01. O tratamento de manejo rotacionado foi o que forneceu o maior retorno diário de nitrogênio via fezes, 480,4 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N. O tratamento de manejo altamente intensivo não diferiu significativamente do manejo rotacionado com 409,9 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N. Os manejos não intensivo e moderadamente intensivo diferiram entre si e foram inferiores ao manejo rotacionado e altamente intensivo com valores de 153,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N e 284,2 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N (Anexo 16).

No final da estação de pastejo (outubro 2003) os teores de nitrogênio nas fezes não diferiram entre os tratamentos e variaram de 1,1% no manejo moderadamente intensivo a 2,0% no manejo altamente intensivo (Anexo 7). O retorno diário de nitrogênio diferiu significativamente entre os tratamentos ao nível de significância de 0,01. O tratamento de manejo altamente intensivo foi o que forneceu o maior retorno diário de nitrogênio via fezes, 455,0 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N. O tratamento de manejo rotacionado não diferiu significativamente do manejo altamente intensivo com 434,4 g dia⁻¹ ha⁻¹ de N. Os manejos não intensivo e moderadamente intensivo não diferiram entre si e foram inferiores ao manejo rotacionado e

altamente intensivo com valores de $137,0 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N e $161,9 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N (Anexo 17).

Estes teores de nitrogênio nas fezes estão de acordo com a literatura. Smith, (1973) afirmava que as fezes do gado de corte apresentariam teores de 3% de nitrogênio, já Floate e Torrance (1970) e Whitehead (1970) indicavam teores variando entre 2,0 e 2,8% N nas fezes dos bovinos.

Utilizando-se a média entre as três épocas de amostragem para obter-se a deposição média de nitrogênio via fezes de cada um dos tratamentos ($142,6 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N no tratamento de manejo não intensivo, $232,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N no tratamento de manejo moderadamente intensivo, $426,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N no tratamento de manejo altamente intensivo, e $383,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de N no tratamento manejo rotacionado) (Figura 21 e Anexo 8) e levando-se em conta que foram 169 dias de pastejo obtemos durante a estação de pastejo o total de retorno de nitrogênio via fezes. Constatou-se que ocorreram diferenças significativas entre os efeitos dos tratamentos na deposição total de N durante os 169 dias de pastejo ao nível de significância de 0,01 (Figura 22 e Anexo 9). Sendo que o manejo altamente intensivo foi superior aos demais com $72,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N que não diferiram entre si, com valores de $24,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de manejo não intensivo, $39,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento de manejo moderadamente intensivo, e $16,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N no tratamento manejo rotacionado (levando-se em conta que no manejo rotacionado os animais permaneceram no piquete um total de apenas 42 dias durante toda a estação de pastejo) (Anexo 18).

Estes valores estão abaixo daqueles relatados por Haynes e Willians (1993). Estes autores afirmaram que em sistemas intensivos os animais excretam cerca de 100 kg de N por hectare por ano nas suas fezes, mas devemos levar em consideração que neste trabalho os animais pastejaram apenas durante a estação de verão, entre 12 de Maio e 27 de outubro de 2003.

Ao calcular-se a deposição diária média (g dia^{-1} de nitrogênio) por animal, considerando-se animais de 350 kg obtêm-se valores nitrogênio entre $68,51 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ no manejo moderadamente intensivo a $81,66 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ nos manejos não intensivo e altamente intensivo, o que está próximo aos valores de nitrogênio de 36 a $62 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ encontrados por Betteridge et al.(1986), trabalhando com um consórcio de espécies temperadas.

FIGURA 5 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

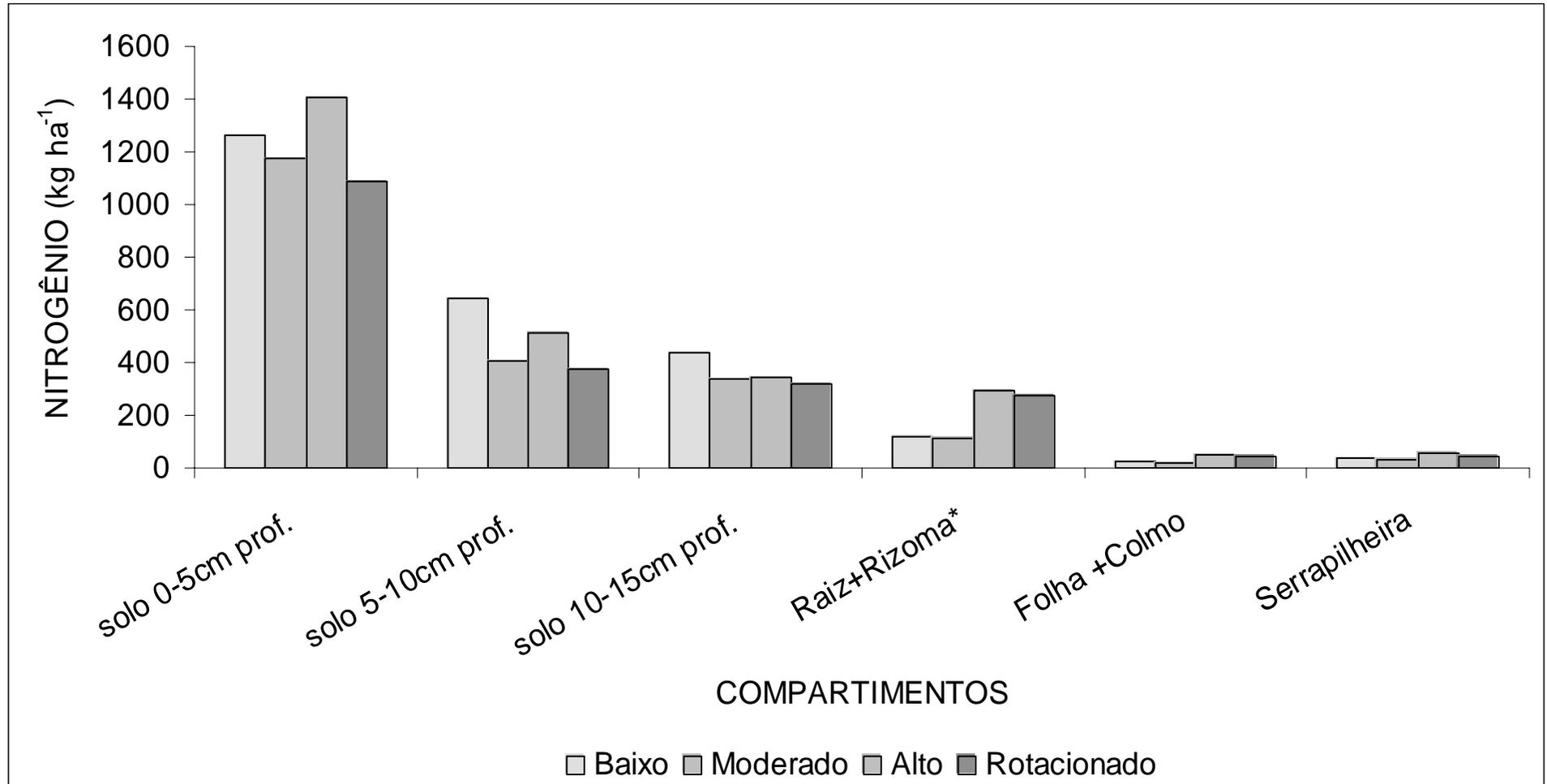


FIGURA 6 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

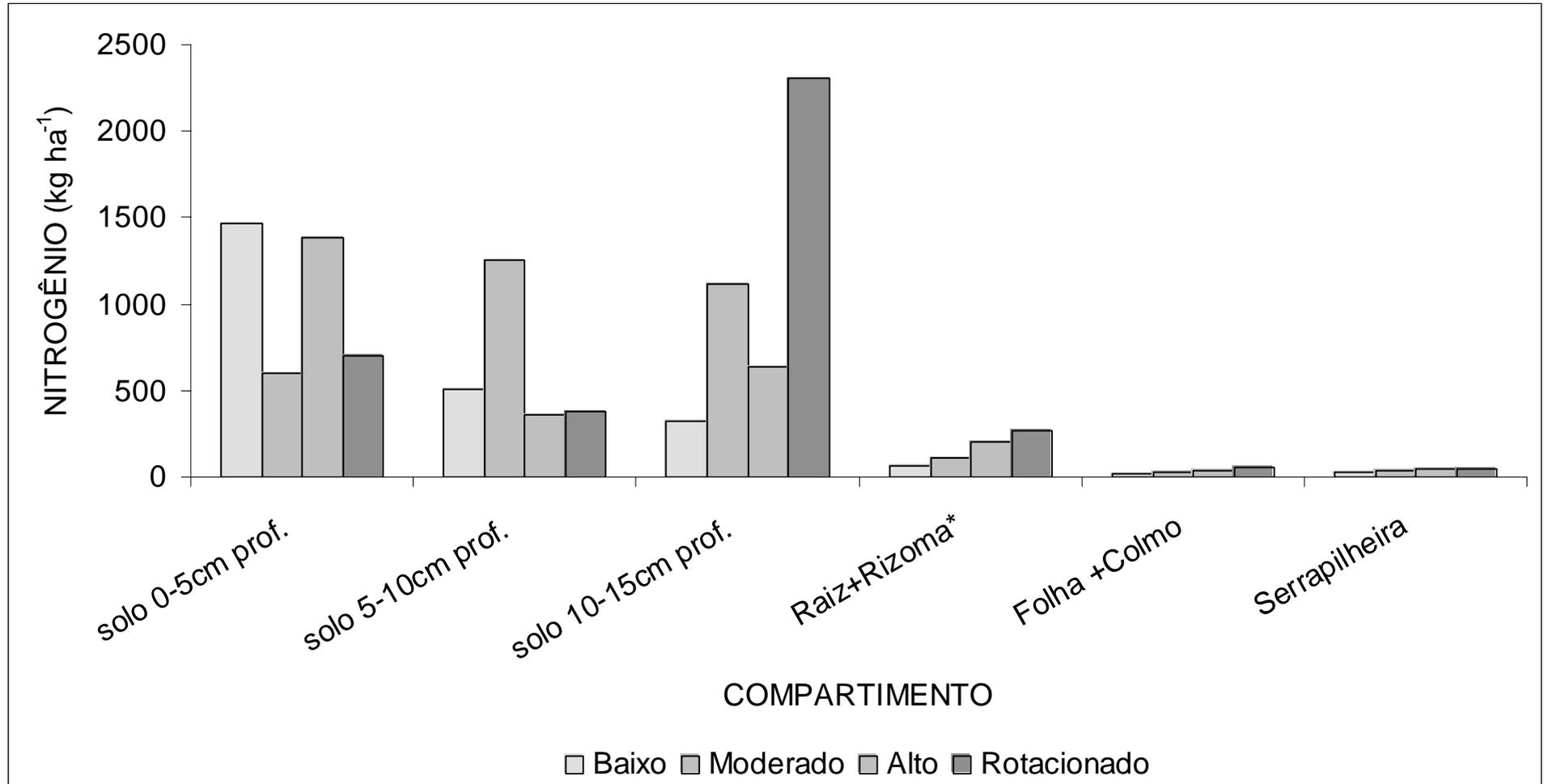


FIGURA 7 - Distribuição do nitrogênio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

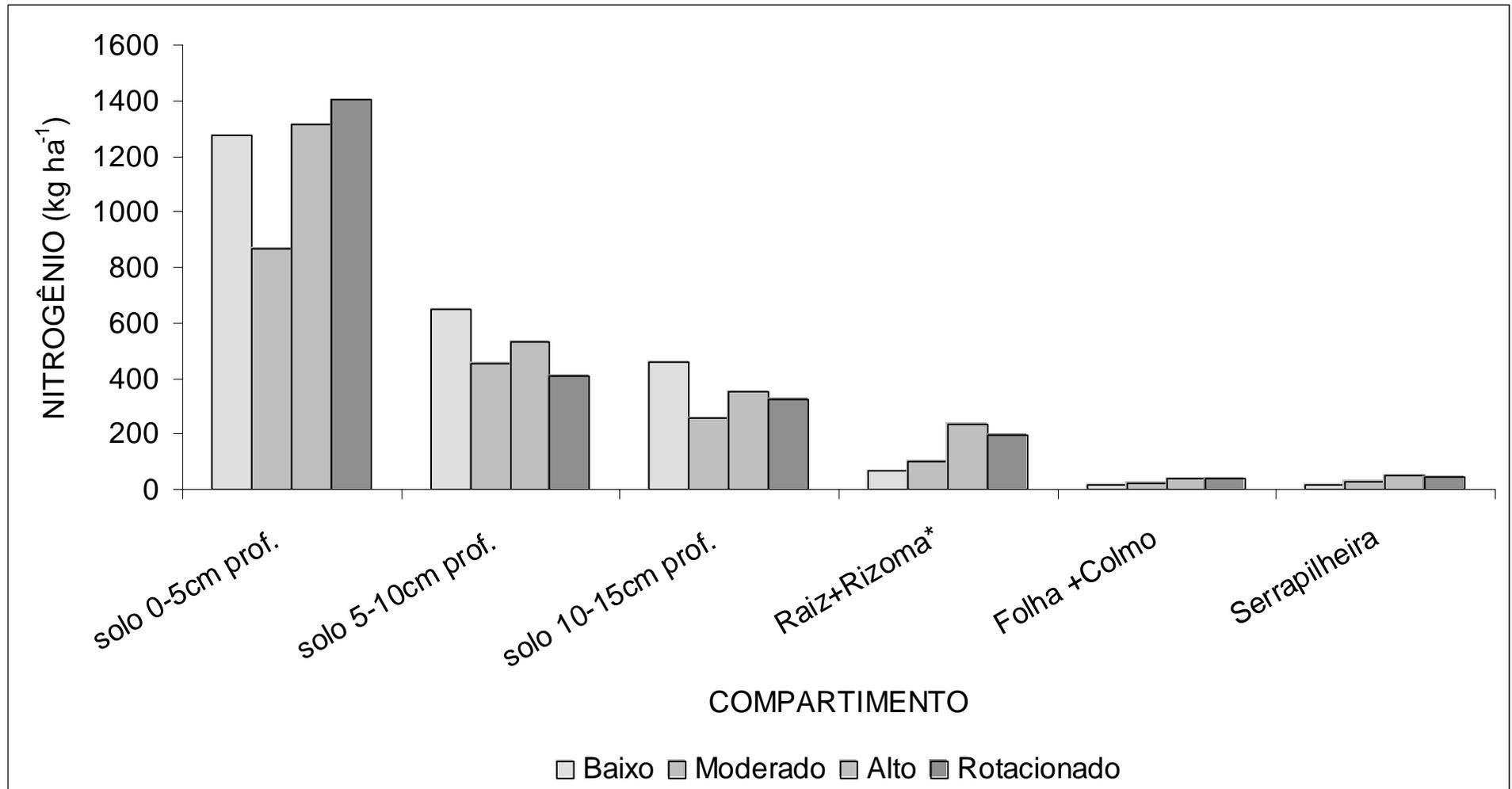
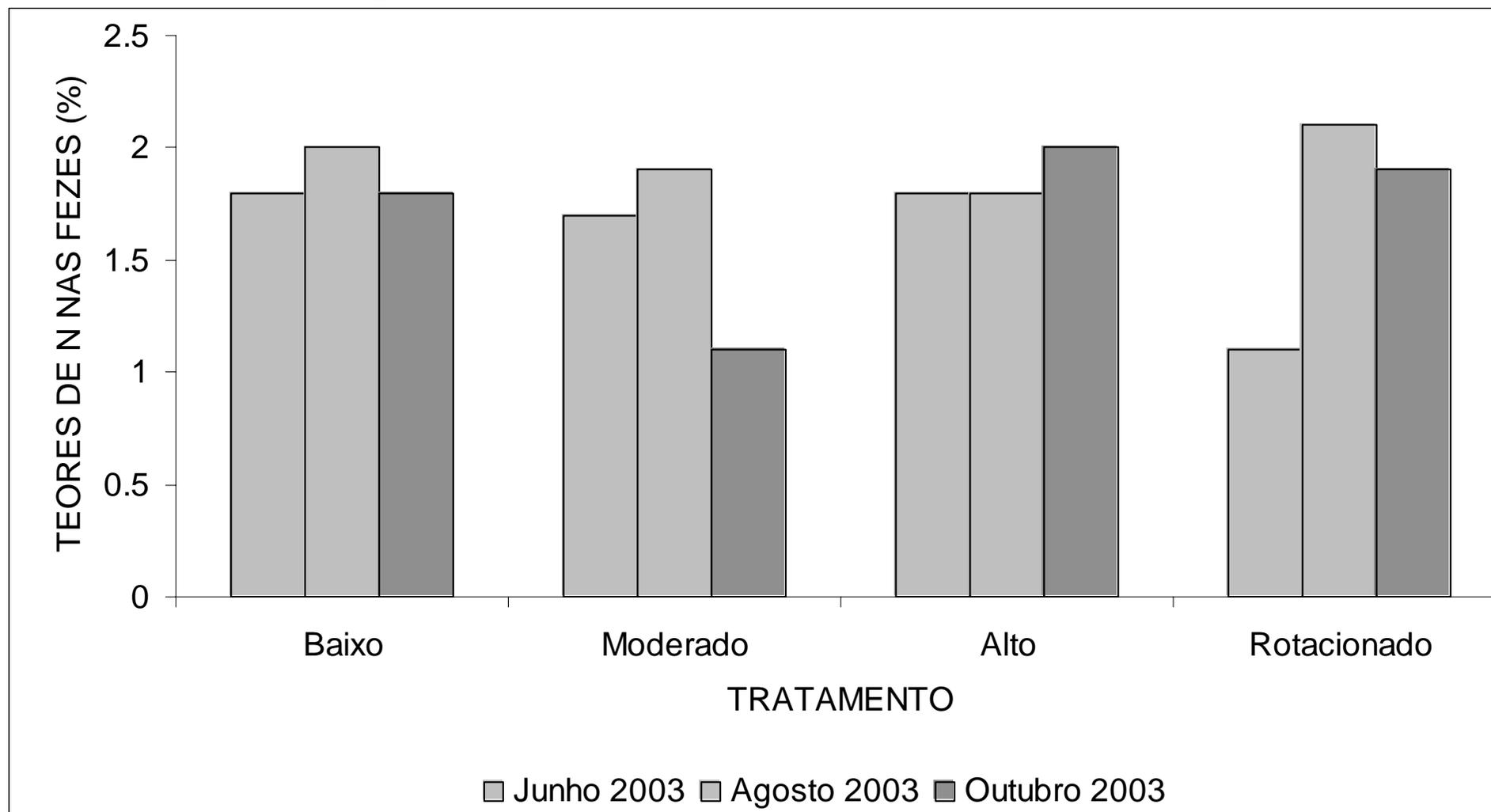


FIGURA 8- Teor de nitrogênio nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003



4.2. 2 Estoque de Carbono

O grande interesse recente na ciclagem de carbono entre os ecossistemas terrestres e a atmosfera, considerando o efeito estufa, têm identificado a necessidade de se quantificar os estoques de carbono para cada tipo de clima e solo específico, para que, assim, se determine como as práticas de manejo podem modificar a fixação do carbono nos compartimentos terrestres (Angers et al., 1997).

Neste contexto no presente trabalho observou-se que no início da estação de pastejo (junho 2003) o compartimento que possuía o maior estoque de carbono foi o solo. Dentre suas diversas camadas, a camada superficial foi superior as demais, concordando com Corraza et al. (1999), porém nesta camada não houve diferença significativa entre os tratamentos e os teores variaram entre 17155,5 kg ha⁻¹ de C no manejo rotacionado a 22039,5 kg ha⁻¹ de C no manejo altamente intensivo (Figura 9 e Anexo 5).

Em seguida vieram às camadas de 5-10 e de 10-15 cm de profundidade, e o compartimento raiz+rizoma (com valores entre 5959,2 kg ha⁻¹ de C e 12755,3 kg ha⁻¹ de C).

Nas camadas subsuperficiais, 5-10 e 10-15 cm de profundidade também não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, o tratamento de manejo não intensivo foi o que apresentou os maiores estoques de C com 12755,3 kg ha⁻¹ de C na camada de 5-10 e 9425,1 kg ha⁻¹ de C na camada de 10–15 cm (Figura 9 e Anexo 5).

Os estoques de carbono no compartimento raiz+rizoma foram tão elevados quanto aqueles das camadas subsuperficiais de solo (Figura 9 e Anexo 5), sendo que não houve diferença significativa entre os tratamentos e os estoques variaram de 6836,9 kg ha⁻¹ de C a 9534,8 kg ha⁻¹ de C no manejo rotacionado.

Valores muito abaixo destes ocorreram nos compartimentos folha+colmo, com estoques de carbono variando entre 741,0 kg ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo a 1523,7 kg ha⁻¹ de C no manejo altamente intensivo, porém sem diferenças significativas entre os tratamentos, apesar de não ser significativamente superior aos demais tratamentos o manejo altamente intensivo apresentou o maior estoque de carbono, refletindo uma adubação pesada que proporcionou uma maior produção de massa neste tratamento e por conseguinte maior fixação de carbono atmosférico na forma de tecido vegetal (Anexo 5).

O compartimento serrapilheira não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e apresentou valores variando de 836,7 kg ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo a 1247,4 kg ha⁻¹ de C no manejo altamente intensivo (Figura 9).

Os teores de carbono nas fezes bovinas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O manejo não intensivo foi superior aos demais tratamentos com teor de C de 47%, sendo que os tratamentos de manejo moderadamente intensivo (43,6% C) e

altamente intensivo (43,9% C) não diferiram entre si e foram superiores ao manejo rotacionado (40,5% C) (Figura 12 e Anexo 5).

O retorno diário de carbono via fezes apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, destes, o manejo altamente intensivo foi superior aos demais, $9887,0 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de C, que também diferiram entre si ($3522,4 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de C no manejo não intensivo, $6544,2 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de C no manejo moderadamente intensivo e $9119,5 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de C no manejo rotacionado) (Anexo 15).

Em meados da estação de pastejo (agosto de 2003) o maior estoque de carbono estava na camada superior do solo (0-5 cm profundidade), porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos, os estoques variaram de $11695,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de C para o manejo rotacionado até valores de $30489,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de C para o manejo moderadamente intensivo (Figura 10 e Anexo 6).

Em seguida tem-se a camada subsuperficial do solo (5-10 cm de profundidade) sem efeito significativo dos tratamentos, nesta os valores foram desde $7150,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de C para o manejo rotacionado até valores de $30398,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de C para o manejo moderadamente intensivo (Figura 10 e Anexo 6).

Na camada de solo de 10-15 cm profundidade ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, porém esta camada apresentou valores de estoque de carbono muito variáveis e atípicos, desde $6358,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de C no tratamento não intensivo até valores de $61317,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de C no tratamento rotacionado. A superioridade do tratamento rotacionado nesta camada ($61317,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de C) parece um pouco discrepante e pode ser um reflexo de alguma falha no momento da amostragem, ou do processamento das amostras de solo, ou talvez este valor esteja mascarado por algum fator tal como uma mancha de solo ou coisa que o valha. Os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 10 e Anexo 16).

O compartimento raiz+rizoma também apresentou grande capacidade de estoque de carbono, porém, não houve diferenças significativas entre os tratamentos e os valores variaram de $4243,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de C no manejo não intensivo a $5884,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de C no manejo rotacionado (Figura 10 e Anexo 6). Quando se computa estes valores é importante lembrar Balesdent e Baladane (1996) que sugerem que o carbono do solo é derivado predominantemente do C de raízes+rizomas.

O compartimento aéreo das plantas apresentou capacidade de estoque de carbono bem menor que o solo ou as raízes+rizomas, porém ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos sendo que o manejo rotacionado, com estoque de C de $1354,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de C, não diferiu do manejo altamente intensivo mas foi superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si e nem do manejo altamente intensivo (Anexo 16).

No compartimento serrapilheira, que apresentou valores equivalentes aos do compartimento folha+colmo, não houve diferença significativa entre os tratamentos, com valores que variaram entre 796,5 kg ha⁻¹ de C e 1159,9 kg ha⁻¹ de C (Figura 10 e Anexo 6).

Os teores de carbono nas fezes em meados da estação de pastejo seguiram o mesmo padrão do início da estação de pastejo sendo o tratamento de manejo não intensivo (46,5% C) superior ao manejo moderadamente intensivo (42,5%) e não diferindo dos demais (45,6% no altamente intensivo e 44,5% no rotacionado) (Figura 12 e Anexo 16).

O retorno diário de carbono via fezes apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o manejo altamente intensivo (9887,0 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C), não diferiu do manejo rotacionado (10003,1 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C) porém foi superior aos demais, que também diferiram entre si (3487,3 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no manejo não intensivo, 6375,9 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo) (Anexo 16).

Ao final da estação de pastejo, em outubro de 2003, o maior compartimento de estoque de carbono foi novamente o solo em suas diversas camadas e em especial na camada superficial (Figura 11). A camada de 0-5cm de solo não apresentou diferenças significativas consideráveis entre os tratamentos e estes apresentaram valores de estoque de carbono que foram desde 12900 kg ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo a 29449,8 kg ha⁻¹ de C no manejo não intensivo (Anexo 7). Em seguida veio a camada subsuperficial, 5-10 cm de profundidade, que também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, e teve estoques de C variando entre 6672,0 kg ha⁻¹ de C no manejo rotacionado e 12797,6 kg ha⁻¹ de C no manejo não intensivo (Anexo 7). Na camada de 10-15 cm de profundidade, assim como as camadas mais superficiais não houve diferença significativa entre os tratamentos e os valores variaram desde 4700,8 kg ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo a 10048,8 kg ha⁻¹ de C no manejo não intensivo (Anexo 7).

No presente trabalho, têm-se como resultados em média estoques de carbono de 14614,7 kg ha⁻¹ de C a 5 cm profundidade um pouco acima dos valores encontrados por Corazza et al.(1999) no cerrado brasileiro. Se colocarmos os resultados do presente trabalho em termos de m³ de solo, temos 29,2 kg m⁻³ de C de solo o que também está um pouco acima das estimativas de Carter et al.(1997) de que os estoques de carbono para um spodosolo variariam entre 6,1 e 10,5 kg m⁻³ de C.

Os estoques de carbono no compartimento raiz+rizoma, desta vez, não foram tão grandes quanto aqueles das camadas subsuperficiais de solo (Figura 11), sendo que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os valores variaram entre 4381,3 kg ha⁻¹ de C no manejo rotacionado a 5794,7 kg ha⁻¹ de C no manejo não intensivo (Anexo 7).

Os compartimentos folha+colmo e serrapilheira seguiram o padrão do início e do meio da estação de pastejo e apresentaram-se bastante semelhantes (Figura 11). O compartimento folha+colmo apresentou significância de 0,06 entre os tratamentos. O tratamento de manejo rotacionado foi superior aos demais com 1134,6 kg ha⁻¹ de C, que não diferiram entre si (Anexo 17). Este resultado reflete uma adubação pesada que proporcionou uma maior fixação de carbono atmosférico na forma de tecido vegetal no tratamento de manejo rotacionado.

No compartimento serrapilheira não houve diferença significativa entre os tratamentos e os estoques de carbono variaram entre 724,1 kg ha⁻¹ de C no manejo não intensivo e 1057,7 kg ha⁻¹ de C no manejo altamente intensivo (Anexo 7).

Os teores de carbono nas fezes dos bovinos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, e foram desde 39,2% para o pastejo moderadamente intensivo a 45,6% no pastejo rotacionado (Figura 12 e Anexo 7). Estes teores contrastam com o início da estação de pastejo, quando o tratamento de manejo não intensivo foi o que teve maiores teores de carbono nas fezes.

O retorno diário de carbono via fezes apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o manejo rotacionado (10251,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C) não diferiu do manejo altamente intensivo (10003,1 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C) e foi superior aos demais, que não diferiram entre si (3337,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no manejo não intensivo e 5880,8 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no manejo moderadamente intensivo) (Anexo 17).

Utilizando-se a média entre as três épocas de amostragem para se obter a deposição média de carbono via fezes de cada um dos tratamentos durante todo o período de pastejo (Figura 21 e Anexo 8) (3449,1 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no tratamento de manejo não intensivo, 6267,0 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no tratamento de manejo moderadamente intensivo, 10062,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no tratamento de manejo altamente intensivo, e 9791,4 g dia⁻¹ ha⁻¹ de C no tratamento manejo rotacionado) e levando-se em conta que foram 169 dias de pastejo, temos durante a estação de pastejo um total de retorno de carbono via fezes (Figura 22 e Anexo 9) que foi de 582,9 kg ha⁻¹ de C no tratamento de manejo não intensivo, 1059,1 kg ha⁻¹ de C no tratamento de manejo moderadamente intensivo, 1700,6 kg ha⁻¹ de C no tratamento de manejo altamente intensivo; e 411,2 kg ha⁻¹ de C no tratamento manejo rotacionado (levando-se em conta que no manejo rotacionado os animais permaneceram no piquete um total de apenas 42 dias durante toda a estação de pastejo).

A análise destes dados nos mostra que ocorreram diferenças significativas entre os efeitos dos tratamentos na deposição total de C durante os 169 dias de pastejo ao nível de significância de 0,01, sendo que o tratamento de manejo altamente intensivo foi superior aos demais que também diferiram entre si (Anexo 18).

FIGURA 9 - Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

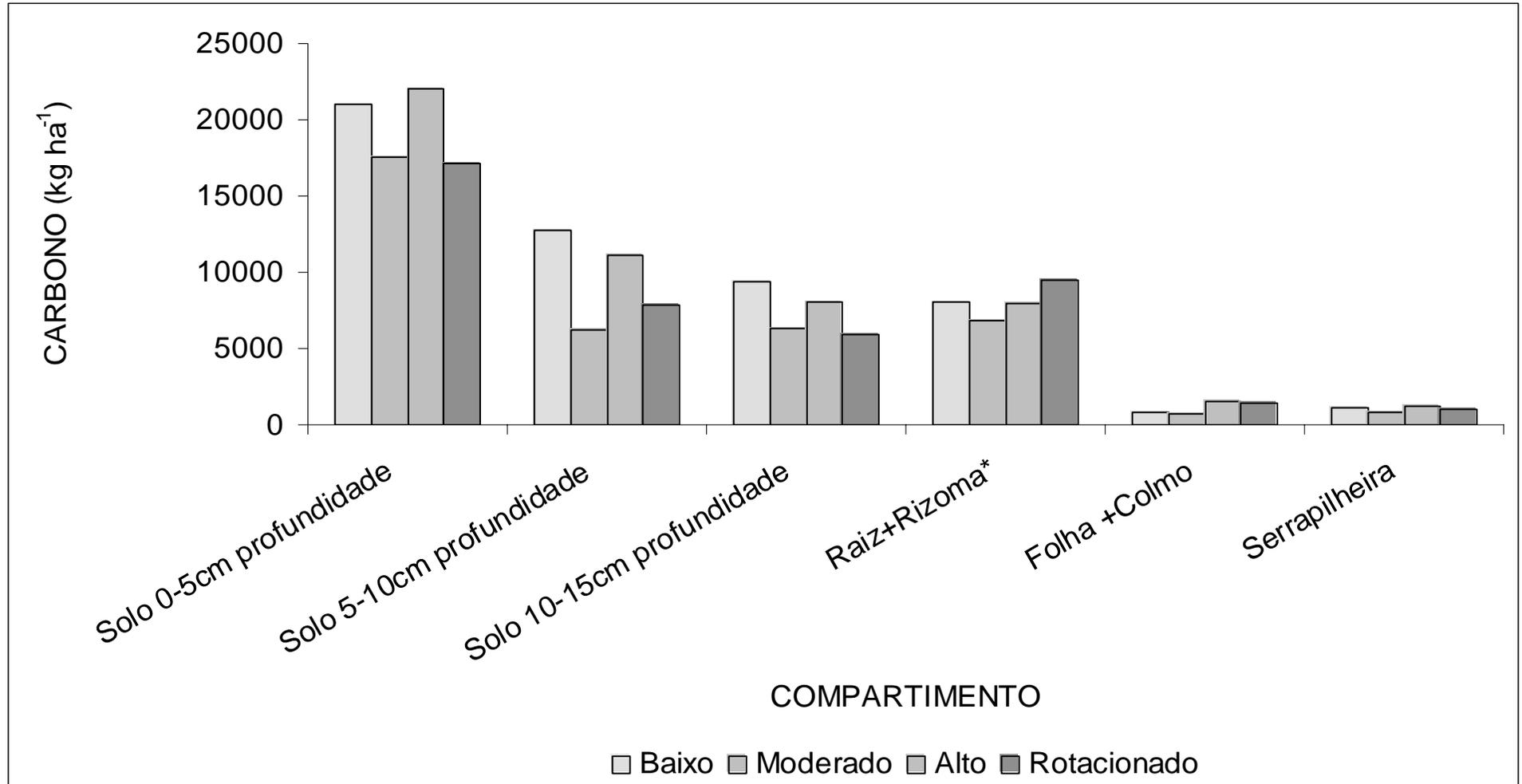


FIGURA 10- Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

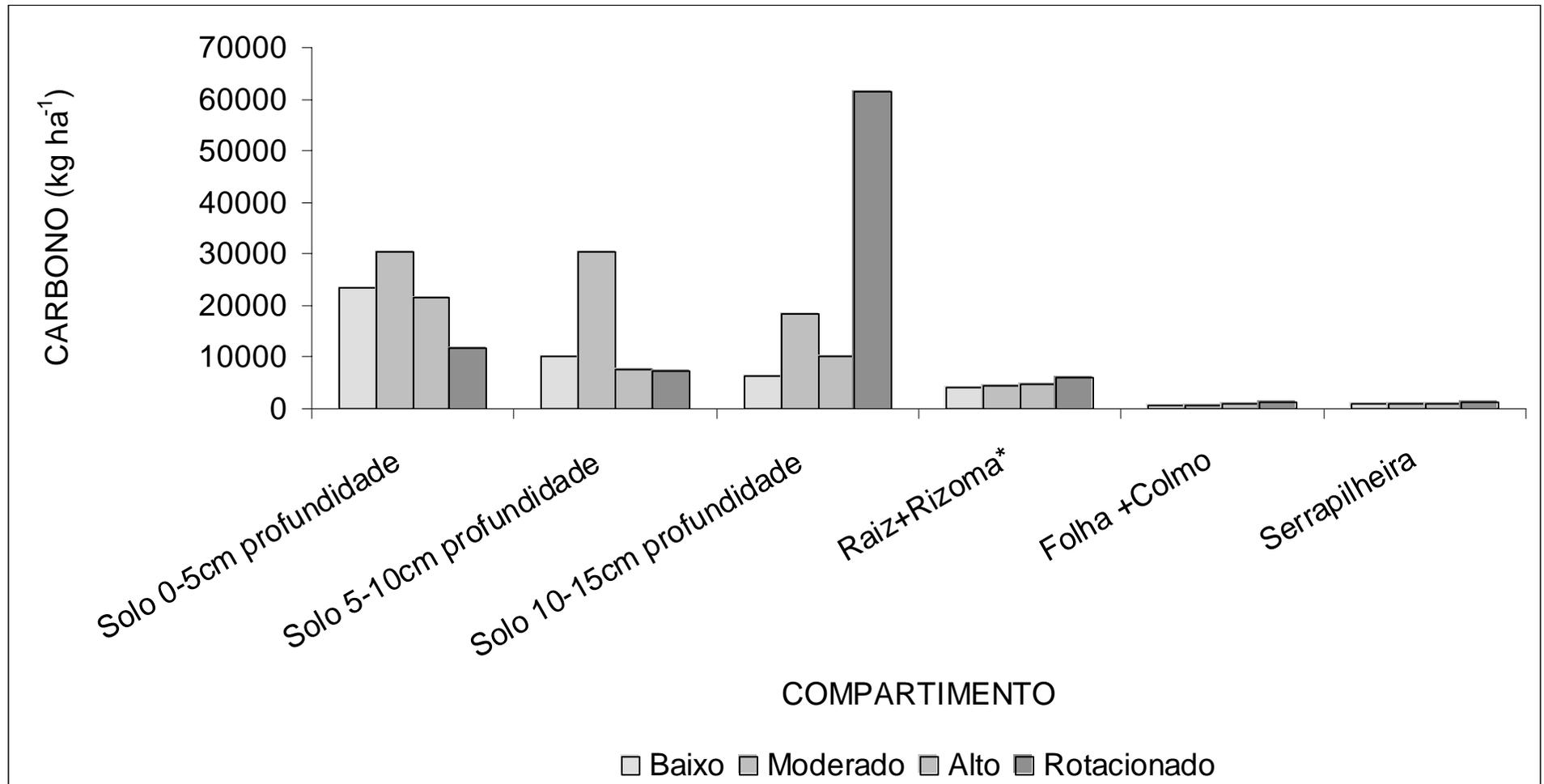


FIGURA 11 - Distribuição do carbono, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

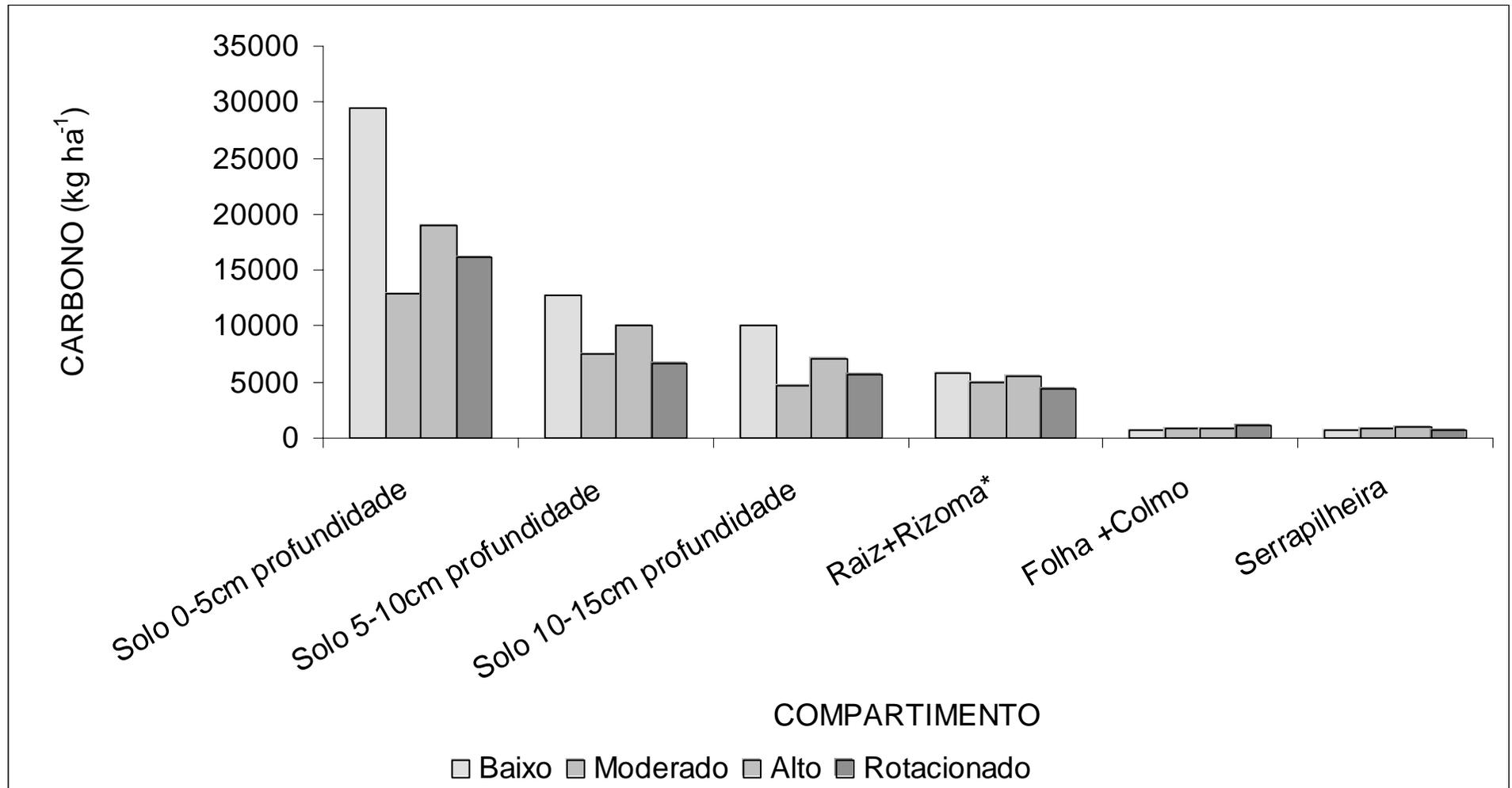
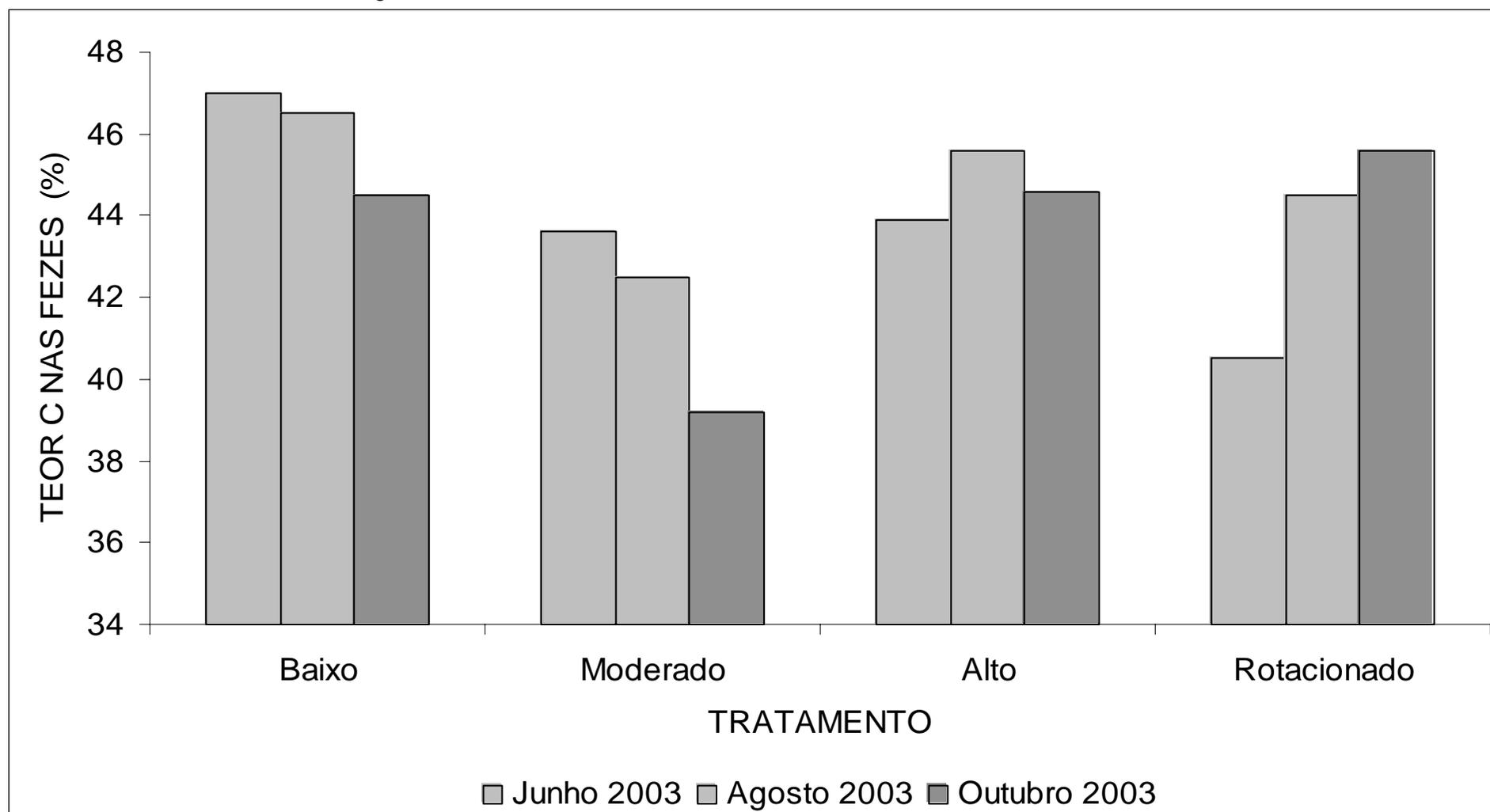


FIGURA 12 - Teor de carbono nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003



4.2.3 Estoque de Fósforo

O estoque de fósforo foi sempre superior no compartimento raiz+rizoma em relação aos demais compartimentos em qualquer época de amostragem sendo seguido pelo compartimento solo em suas diversas camadas e, por último, com estoques bem menores de fósforo os compartimentos folha+colmo e serrapilheira (Figuras 13, 14 e 15 e Anexos 5, 6 e 7). As quantidades de fósforo praticamente não sofreram variação entre as três épocas de amostragem principalmente no compartimento solo, comprovando as afirmativas de Odum (1969) de que parece pouco provável que exista variação nos estoques de fósforo dentro de uma estação de pastejo, já que para este autor, em situações de pastejo o retorno do fósforo através dos resíduos das plantas e animais resulta em um ciclo relativamente fechado.

No início da estação de pastejo (junho 2003) o compartimento raiz+rizoma foi bastante superior aos demais, apesar de não haver ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, com valores que variaram entre 199,7 kg ha⁻¹ de P no tratamento moderadamente intensivo até valores de 273,4 kg ha⁻¹ de P no tratamento rotacionado (Figura 13 e Anexo 5).

Em seguida veio a camada superficial de solo (0-5cm de profundidade), onde houve diferença significativa entre os tratamentos. O manejo não intensivo foi superior aos demais tratamentos com estoque de fósforo de 132,9 kg ha⁻¹ de P, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 13 e Anexo 15).

A camada subsuperficial de solo (5-10cm profundidade) seguiu a camada superficial de solo com um estoque de fósforo e também apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Novamente o manejo não intensivo foi superior aos demais tratamentos com estoque de fósforo de 66,1 kg ha⁻¹ de P, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 13 e Anexo 15).

Por sua vez a camada de solo de 10-15cm não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, e teve valores de estoque de fósforo de 19,9 kg ha⁻¹ de P no tratamento de manejo intensivo a 57,6 kg ha⁻¹ de P no tratamento não intensivo (Figura 13 e Anexo 5).

Os maiores estoques de fósforo dentro do compartimento solo foram observados na camada mais superficial de solo (0-5cm de profundidade) e estão de acordo com Saunders (1984), Rowarth et al. (1985), e Lustosa (1998). Com o tempo porém este estoque pode sofrer deslocamento para camadas de solo mais profundas. Este fenômeno foi comprovado por Weeda (1977) que observou aumento de fósforo na camada subsuperficial (7,6 a 15,2 cm de profundidade) um mês após a aplicação das fezes; e por Benachio (1970) que

constatou aumento nos teores de fósforo na camada subsuperficial (abaixo de 7,5 cm profundidade) de um solo argiloso. Estes autores contrariam as afirmativas que este elemento é rapidamente fixado e imóvel no perfil do solo.

O compartimento folha+colmo e o compartimento serrapilheira apresentaram estoques de fósforo com valores semelhantes entre si e bem abaixo dos demais, e nenhum deles apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Anexo 5). O compartimento folha+colmo apresentou estoque de fósforo que foi de 4,3 kg ha⁻¹ de P no manejo não intensivo até 9,5 kg ha⁻¹ de P no manejo rotacionado. Já o compartimento serrapilheira apresentou valores de fósforo de 3,7 kg ha⁻¹ de P no manejo moderadamente intensivo a 5,4 kg ha⁻¹ de P no manejo altamente intensivo. O fato de estes valores estarem abaixo do estoque de fósforo nas folhas+colmos pode ser explicado por Bouma (1967) que afirmou que as plantas redistribuem parte do fósforo para novos ramos ou raízes antes da senescência.

A concentração de fósforo nas fezes não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e variaram de teores de 0,5% P para o manejo rotacionado a 0,7% P para o manejo altamente intensivo (Figura 16 e Anexo 5). As quantidades retornadas de fósforo por hectare por dia apresentaram diferenças entre os tratamentos. O tratamento de manejo altamente intensivo apresentou deposição diária 162,3 g dia⁻¹ ha⁻¹ de P não diferindo do tratamento de manejo rotacionado (123,0 g dia⁻¹ ha⁻¹ de P) mas superior aos tratamentos de manejo não intensivo (45,6 g dia⁻¹ ha⁻¹ de P) e moderadamente intensivo (96,4 g dia⁻¹ ha⁻¹ de P) (Anexo 15).

É importante lembrar que segundo Lustosa (1998) um aumento na lotação implica num aumento no número de dejeções levando provavelmente a uma maior imobilização de fósforo dentro das placas de esterco, apesar de que em áreas de pastejo a reciclagem de fósforo é maior e mais rápida do que em áreas testemunha aonde não há a presença de animais em pastejo e a reciclagem ocorre apenas através da serrapilheira.

No meio da estação de pastejo (agosto 2003) os padrões de estoque de fósforo continuaram os mesmos que no início da estação de pastejo (Figura 14). O compartimento raiz+rizoma conteve o maior estoque de fósforo, porém sem diferenças significativas entre os tratamentos, com valores indo de 118,7 kg ha⁻¹ de P para o manejo não intensivo a 159,4 kg ha⁻¹ de P para o manejo rotacionado (Anexo 6), valores um pouco a baixo do início da estação de pastejo. O compartimento solo veio na seqüência estocando maior quantidade de fósforo na superfície que em profundidade. A camada de 0-5cm de solo, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, e teve estoques de fósforo entre 53,4 kg ha⁻¹ de P no manejo rotacionado até 102,8 kg ha⁻¹ de P no manejo não intensivo (Anexo 6). A camada de 5-10cm profundidade de solo, seguiu a camada superficial de solo (0-5cm) em

estocagem de fósforo apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, destes, o manejo não intensivo foi superior aos demais com $64,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, sendo que os demais não diferiram entre si (Anexo 16). A camada de 10-15cm profundidade de solo, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e teve estoques de fósforo variando entre $20,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de P o manejo rotacionado e $52,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no manejo não intensivo (Anexo 6).

O compartimento folha+colmo veio depois do solo em capacidade de estoque de fósforo apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, neste compartimento o manejo rotacionado foi superior aos demais com estoque de fósforo de $8,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, sendo que os outros tratamentos não diferiram entre si (Anexo 16).

A serrapilheira apresentou estoques de fósforo bem próximos do compartimento folha+colmo, sendo apenas um pouco inferiores, mas não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos que apresentaram estoque de fósforo variando desde $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no manejo não intensivo a $5,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no manejo rotacionado (Anexo 6).

As concentrações de fósforo nas fezes não variaram significativamente entre os tratamentos e foram desde 0,6% para o manejo não intensivo até 0,7% para os demais tratamentos (Figura 16 e Anexo 6). Segundo Rowarth et al. (1992), a concentração de fósforo nas fezes reflete a concentração de fósforo na forragem, sendo que em seus trabalhos eles constataram que o fósforo das fezes aumentou significativamente como aumento de fósforo adicionado pela adubação. Neste trabalho, acredita-se que devido ao número de animais disponíveis por unidade experimental ser pequeno, apenas dois animais, não foi possível detectar grandes variações nos teores de nutrientes nas fezes.

A quantidade retornada de fósforo por hectare por dia apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, destes o manejo rotacionado apresentou os maiores valores de deposição de P por dia por hectare com $157,7 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P, não diferindo do manejo altamente intensivo ($152,6 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P), porém sendo superior aos demais que também diferiram entre si ($43,2 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no manejo não intensivo e $102,6 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no manejo moderadamente intensivo) (Anexo 16).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) os padrões de estoque de fósforo não se alteraram continuando os mesmos do início e meio da estação de pastejo (Figura 15). O compartimento raiz+rizoma conteve o maior estoque de fósforo, sem apresentar diferenças significativas entre os tratamentos e com valores indo desde $125,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de P para o manejo moderadamente intensivo a $173,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de P para o manejo altamente intensivo (Anexo 7). Como havia ocorrido no início e no meio da estação de pastejo, o compartimento solo veio na seqüência estocando maior quantidade de fósforo na superfície que em profundidade. A camada de 0-5cm de solo apresentou diferenças significativas entre os

tratamentos, destes o manejo não intensivo foi superior aos demais e continha estoque de fósforo de 112,6 kg ha⁻¹ de P (Anexo 17). A camada de 5-10cm profundidade de solo, seguiu a camada superficial de solo (0-5cm) em estoques de fósforo, porém não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, estes estoques ficaram entre 25 kg ha⁻¹ de P no manejo rotacionado a 64,7 kg ha⁻¹ de P no manejo não intensivo (Anexo 7). A camada de 10-15 cm profundidade de solo, também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e teve estoques de fósforo variando entre 19 kg ha⁻¹ de P no manejo altamente intensivo e 43,1 kg ha⁻¹ de P no manejo não intensivo (Anexo 7).

Os estoques de fósforo no solo sempre foram pequenos (ou inferiores) no manejo altamente intensivo e manejo rotacionado e maiores no manejo não intensivo, representando o maior potencial de extração de nutrientes de uma pastagem intensivamente manejada (com altas doses de nitrogênio e altas lotações) nestas a produção de matéria seca elevada alavanca um maior consumo de nutrientes pelas plantas.

O compartimento folha+colmo veio depois do solo em capacidade de estoque de fósforo, porém não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com estoques que variaram de 4,0 kg ha⁻¹ de P no manejo não intensivo até 7,6 kg ha⁻¹ de P no manejo rotacionado (Anexo 7).

Os estoques de fósforo nas folhas+colmos durante toda a estação de pastejo foram muito superiores aos encontrados por Batmanian e Haridasan (1985) trabalhando no cerrado brasileiro, estes autores encontraram em torno de 0,75 kg ha⁻¹ de P nas gramíneas que compunham aquela pastagem, estas variações entre os resultados encontrados por aqueles autores e os resultados apresentados no presente trabalho refletem a fertilidade dos respectivos solos no que tange ao fósforo.

A serrapilheira apresentou estoques de fósforo também próximos do compartimento folha+colmo, assim como havia ocorrido nos períodos anteriores, sendo que neste compartimento ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento altamente intensivo não diferiu do tratamento rotacionado (4,1 kg ha⁻¹ de P) e apresentou o maior estoque de fósforo com 4,6 kg ha⁻¹ de P, sendo superior aos tratamentos não intensivo (2,4 kg ha⁻¹ de P) e moderadamente intensivo (2,6 kg ha⁻¹ de P) (Anexo 17).

Durante toda a estação de pastejo os estoques de fósforo na fração serrapilheira ficaram em torno dos 4,1 kg ha⁻¹ de P encontrados por Estivalet (1997) trabalhando com campo nativo no sul do Brasil, e um pouco acima dos estoques de fósforo encontrados por Heringer e Jacques (2002) de em média 2,4 kg ha⁻¹ de P, também em campo nativo no sul do Brasil.

As concentrações de fósforo nas fezes não apresentaram diferenças significativas e foram de 0,7% para o manejo rotacionado e 0,6% para os demais tratamentos (Figura 16 e

Anexo 7). As quantidades retornadas de fósforo por hectare por dia apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O manejo rotacionado apresentou a maior deposição diária de P por hectare, $151,3 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P, mas não diferiu significativamente do tratamento de manejo altamente intensivo ($124,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P), sendo superior aos manejos não intensivo ($46,9 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P) e moderadamente intensivo ($94,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P), que diferiram entre si (Anexo 17).

Utilizando uma média entre as três épocas de amostragem para se obter uma deposição diária média de fósforo via fezes de cada um dos tratamentos ($45,2 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no tratamento de manejo não intensivo, $97,9 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no tratamento de manejo moderadamente intensivo, $146,6 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no tratamento de manejo altamente intensivo, e $144,0 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de P no tratamento manejo rotacionado) (Figura 21 e Anexo 8) e levando-se em conta que foram 169 dias de pastejo temos durante a estação de pastejo um total de retorno de fósforo via fezes (Figura 22 e Anexo 9). Estes resultados revelam diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de significância de 0,01, sendo o tratamento altamente intensivo, $24,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, superior aos demais que foram de $7,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no tratamento de manejo não intensivo, $16,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no tratamento de manejo moderadamente intensivo, e $6,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no tratamento manejo rotacionado (levando-se em conta que no manejo rotacionado os animais permaneceram no piquete um total de apenas 42 dias durante toda a estação de pastejo) (Anexo 18).

Estes valores estão um pouco abaixo daqueles relatados por Haynes e Williams (1993). Estes autores relataram que em numa pastagem intensivamente manejada os animais excretaram por ano $34 \text{ kg de P ha}^{-1}$ nas suas fezes, porém no presente trabalho foram apenas 169 dias de pastejo.

É importante lembrar que segundo Rotwarth et al.(1985) a quebra física das fezes, e subsequente passagem do fósforo do compartimento fezes para o compartimento solo, é altamente dependente das condições climáticas. Portanto as quantidades retornadas de fósforo via fezes neste trabalho, entre $6,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P até $16,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, não, necessariamente, entram no compartimento solo, este fenômeno pode vir a ocorrer, mas vai sofrer influência direta das condições climáticas e da micro e meso fauna e flora do solo.

Se calcularmos a deposição diária média de fósforo (g dia^{-1} de P) por animal, considerando animais de 350 kg obteremos valores entre $26,25 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de P no manejo não intensivo a $29,17 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de P no manejo altamente intensivo, o que está próximo aos valores encontrados por Betteridge et al.(1986), para espécies temperadas, de 10 a $23 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de P.

FIGURA 13 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

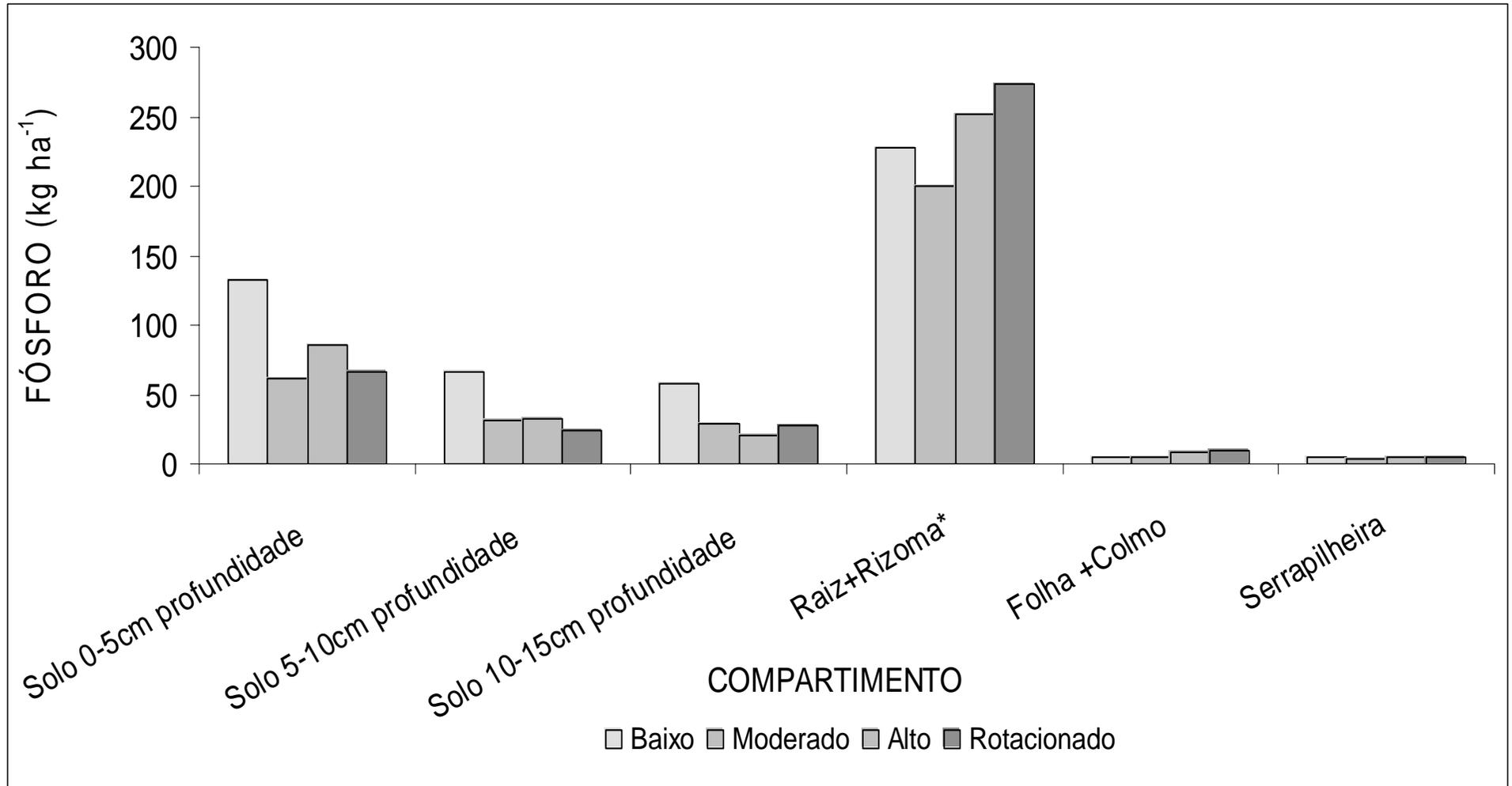


FIGURA 14 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

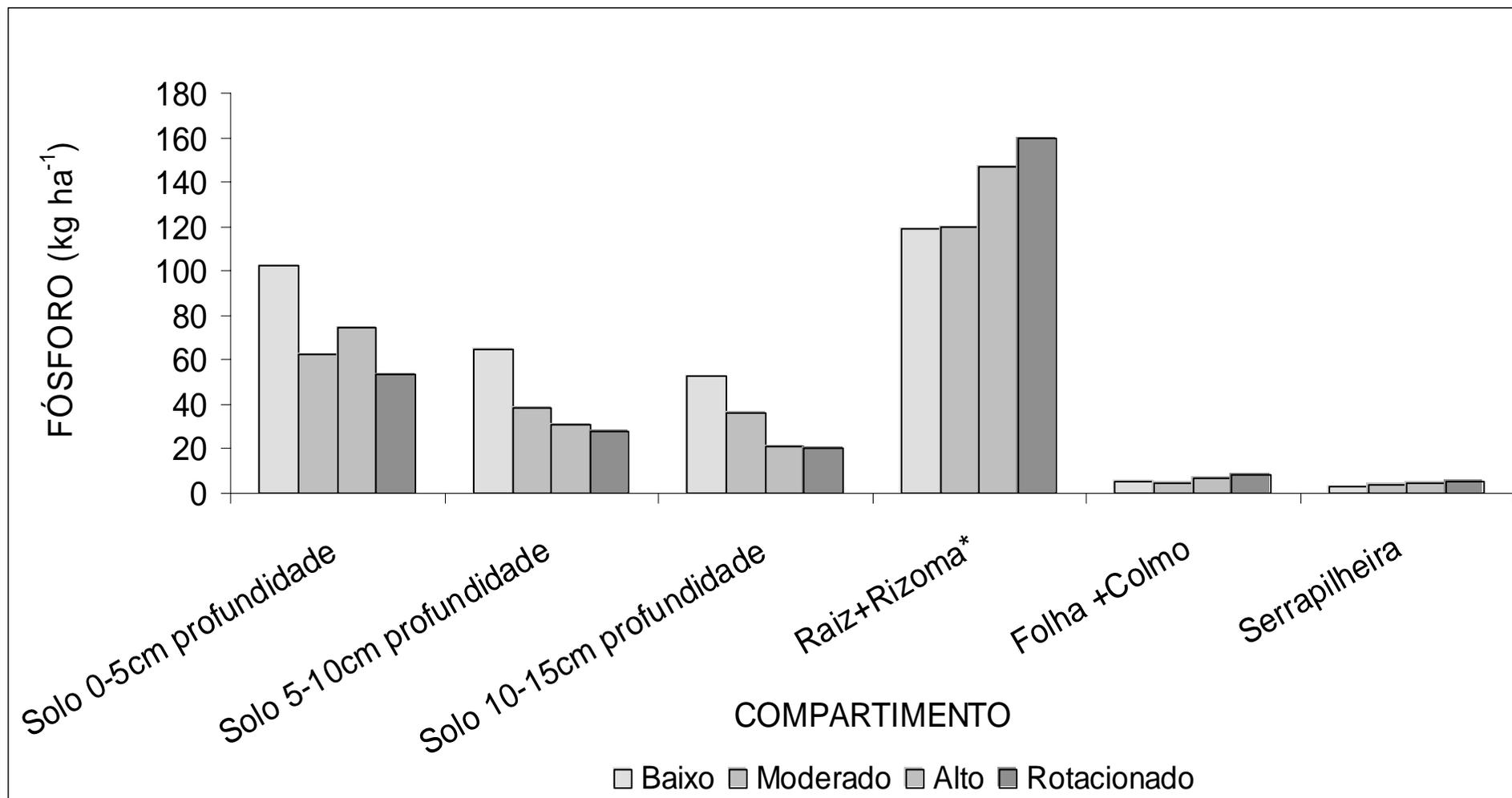


FIGURA 15 - Distribuição do fósforo, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

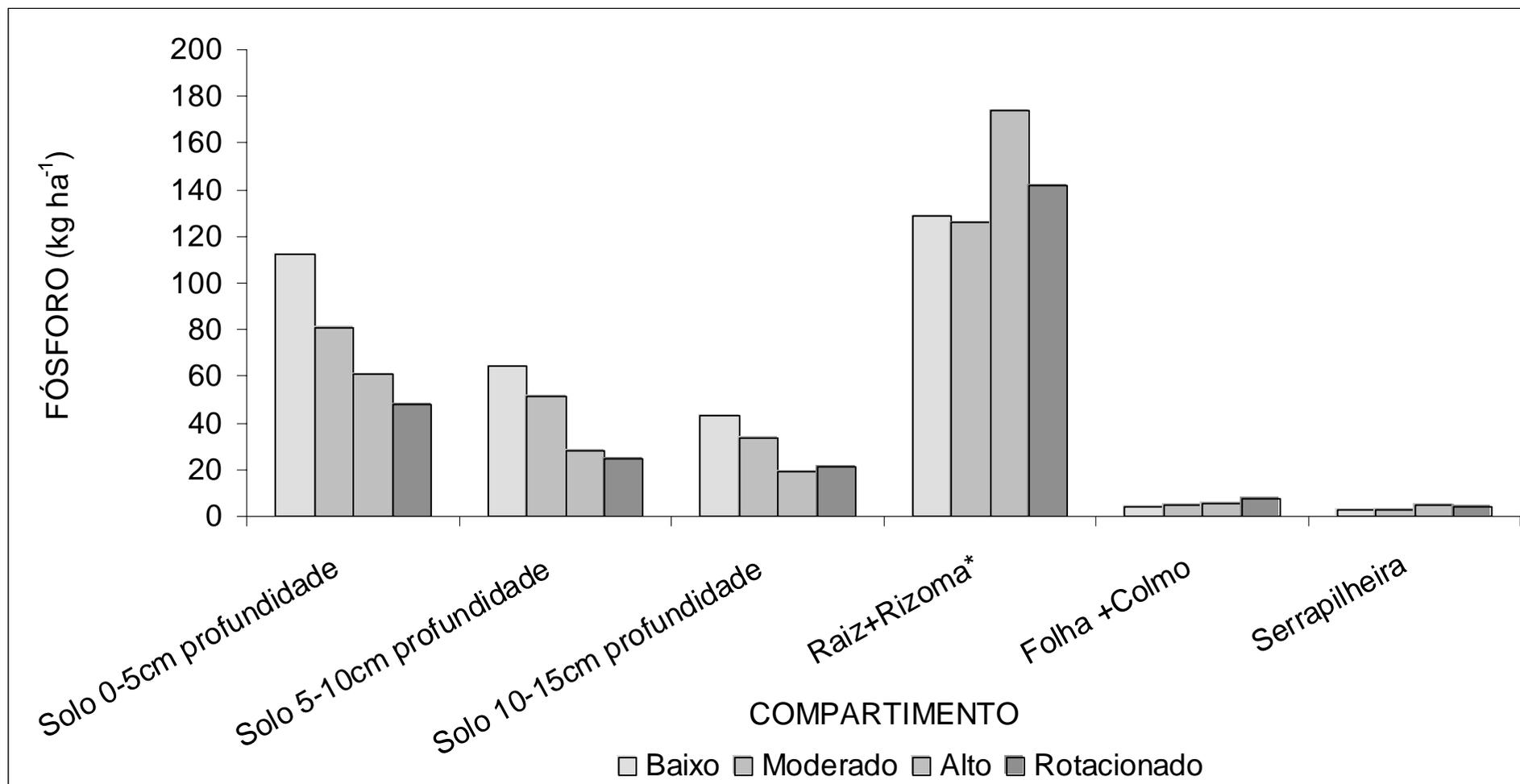
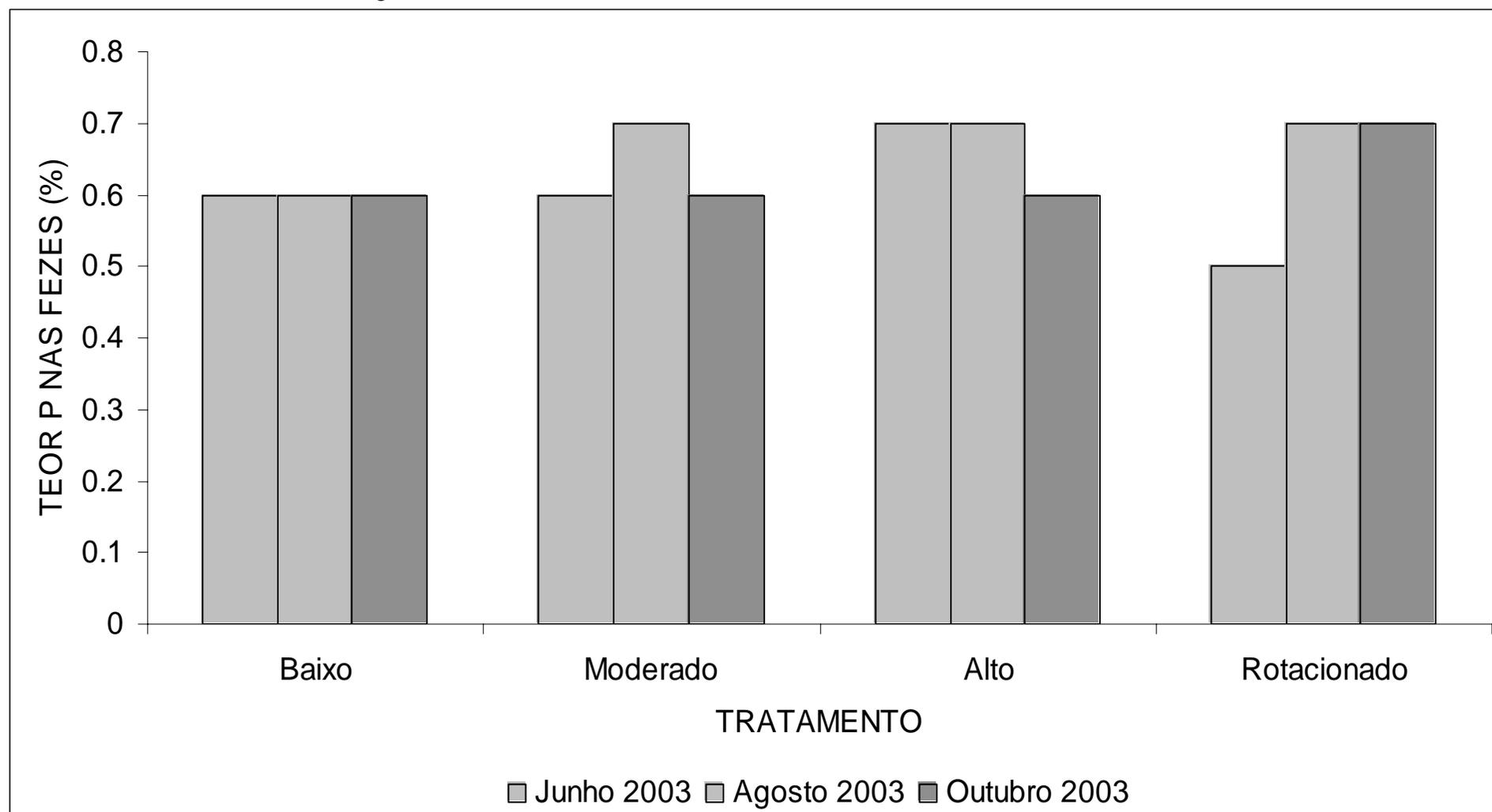


FIGURA 16 - Teor de fósforo nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003



4.2.4 Estoque de Potássio

O estoque de potássio foi sempre superior no compartimento raiz+rizoma, seguido pelo compartimento folha+colmo. Depois veio a camada superior de solo (0-5 cm profundidade) com estoques superiores às camadas mais profundas e a serrapilheira (Figuras 17, 18 e 19 e Anexos 5, 6 e 7).

No início da estação de pastejo (junho 2003) o compartimento raiz+rizoma apresentou os maiores estoques de potássio, apesar de não haver ocorrido diferença significativa entre os tratamentos. Os estoques de potássio neste compartimento variaram de 136,8 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo até 237,9 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado (Figura 17 e Anexo 5).

O compartimento folha+colmo seguiu o compartimento raiz+rizoma em capacidade de estoque de potássio, neste compartimento também não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos e os estoques de potássio variaram de 61,8 kg ha⁻¹ de K no tratamento de manejo moderadamente intensivo até 149,2 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo (Figura 17 e Anexo 5).

A camada superficial de solo seguiu os compartimentos formadores da planta em capacidade de estocar potássio não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores de estoque de potássio neste compartimento variaram de 45,0 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado a 93,0 kg ha⁻¹ de K no manejo não intensivo (Figura 17 e Anexo 5).

Em seguida veio a camada subsuperficial (5-10 cm profundidade), nesta camada ocorreram diferenças entre os tratamentos, sendo o manejo não intensivo superior aos demais com os maiores estoques de potássio por hectare (30,4 kg ha⁻¹ de K), os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 17 e Anexo 15).

A camada de solo de 10-15 cm profundidade seguiu as camadas mais superficiais de solo em capacidade de estoque de potássio, mas sem apresentar efeito significativo dos tratamentos. Os estoques de potássio nesta camada variaram desde 8,3 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado até 15,8 kg ha⁻¹ de K no manejo não intensivo (Figura 17 e Anexo 5).

Assim como aconteceu para o fósforo, os estoques de potássio no solo foram inferiores nos manejos intensivo e rotacionado e maiores no manejo não intensivo, sugerindo o maior potencial de extração de nutrientes de uma pastagem intensivamente manejada (com altas aplicações de nitrogênio e altas lotações), nestas o pastejo estimula a produção de matéria seca elevada, o que alavanca um maior consumo de potássio pelas plantas, o que levaria a maiores extrações e menores estoques no solo.

O compartimento serrapilheira apresentou estoque de potássio bem próximo à camada mais profunda de solo (Figura 17), sendo que neste compartimento houve efeito significativo dos tratamentos. O manejo altamente intensivo foi aquele que mostrou maior estoque de K, porém não diferiu do tratamento rotacionado (ao nível de significância de 0,16) e foi superior aos demais (Anexo 15). No que se refere ao potássio, deve-se lembrar que pode haver ocorrido algum grau de lavagem do material de serrapilheira depositado ao solo, podendo-se estar subestimando o tamanho real deste compartimento. Este compartimento apresenta estoques de potássio bastante inferiores ao compartimento folha+colmo, podendo também ser resultado da translocação deste nutriente para regiões metabolicamente mais ativas durante a senescência.

Os teores de potássio nas fezes no início da estação de pastejo (junho 2003) não apresentaram diferenças significativas, e os teores de potássio foram de 1% no manejo rotacionado a 2% no manejo moderadamente intensivo (Figura 20 e Anexo 5), o que forneceu um retorno diário de potássio via fezes, sem efeito significativo, variando entre 83,2 g dia⁻¹.ha⁻¹ de K no manejo não intensivo a 332,4 g dia⁻¹.ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo (Anexo 5).

No meio da estação de pastejo, agosto de 2003 (Figura 18), os compartimentos raiz+rizoma e folha+colmo apresentaram os maiores estoques de potássio, apesar de que, na média dos tratamentos (99,3 kg ha⁻¹ de K), o compartimento raiz+rizoma apresentou maior estoque de potássio, nos manejos altamente intensivo e rotacionado o compartimento folha+colmo apresentou estoques de potássio similar (93,9 kg ha⁻¹ de K) ou superior (132,09 kg ha⁻¹ de K) aos do compartimento raiz+rizoma (Anexo 6).

Desta forma o compartimento raiz+rizoma apresentou os maiores estoques de potássio sendo que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Os estoques de potássio neste compartimento variaram de 88,5 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado até 108,5 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo (Figura 18 e Anexo 6). Vale notar que estes valores caíram muito em relação aos estoques de potássio no início da estação de pastejo.

Como já foi dito anteriormente o compartimento folha+colmo apresentou estoques de potássio hora similar, hora superior e hora inferior aos estoques de potássio do compartimento raiz+rizoma. Neste compartimento ocorreu efeito significativo dos tratamentos, destes o tratamento de manejo rotacionado foi superior aos demais com estoque de potássio de 132,0 kg ha⁻¹ de K. Os tratamentos moderadamente intensivo e não intensivo não diferiram entre si (Figura 18 e Anexo 16).

A camada superficial de solo seguiu os compartimentos formadores da planta em capacidade de estocar potássio e não apresentou diferenças significativas entre

tratamentos, (Figura 18 e Anexo 6) com valores de estoque de potássio que variaram de 40,4 kg ha⁻¹ de K no manejo moderadamente intensivo a 78,5 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo.

Em seguida veio a camada de 5-10 cm profundidade, também sem efeito significativo dos tratamentos e com estoques de potássio que variaram de 18,9 kg ha⁻¹ de K no manejo moderadamente intensivo a 26,8 kg ha⁻¹ de K no manejo não intensivo (Figura 18 e Anexo 6).

A camada de solo de 10-15 cm profundidade seguiu as camadas mais superficiais de solo em capacidade de estoque de potássio sem efeito significativo dos tratamentos e com valores desde 11,2 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo até 18,5 kg ha⁻¹ de K no manejo não intensivo (Figura 18 e Anexo 6).

Assim como ocorreu no início da estação, o compartimento serrapilheira possuiu estoque de potássio bem próximo à camada mais profunda de solo, mas sem efeito significativo dos tratamentos, com valores que foram desde 12,1 kg ha⁻¹ de K no manejo não intensivo a 22,9 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado (Figura 18 e Anexo 6).

Os teores de potássio nas fezes no meio da estação de pastejo (agosto 2003) não apresentaram diferenças significativas e os teores de potássio foram de 1,5% no manejo moderadamente intensivo 2,1% nos manejos não intensivo e rotacionado (Figura 20 e Anexo 6), o que forneceu um retorno diário de potássio via fezes, sem efeito significativo, variando entre 157,8 g dia⁻¹.ha⁻¹ de K no manejo não intensivo a 476,8 g dia⁻¹.ha⁻¹ de K no manejo rotacionado (Anexo 6).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) o compartimento raiz+rizoma apresentou os maiores estoques de potássio, porém sem efeito significativo dos tratamentos (Figura 19 e Anexo 7). Os estoques de potássio neste compartimento variaram de 75,8 kg ha⁻¹ de K no manejo rotacionado até 141,9 kg ha⁻¹ de K no manejo altamente intensivo.

O compartimento folha+colmo seguiu o compartimento raiz+rizoma em capacidade de estoque de potássio. Neste compartimento ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos sendo que o tratamento de manejo rotacionado foi superior aos demais com estoque de potássio de 97,2 kg ha⁻¹ de K. Os tratamentos moderadamente intensivo e altamente intensivo não diferiram entre si (Figura 19 e Anexo 17).

Os estoques de potássio nas folhas+colmos durante toda a estação de pastejo foram até 24 vezes superiores aos encontrados por Batmanian e Haridasan (1985) trabalhando no cerrado brasileiro, estes autores encontraram em torno de 6 kg ha⁻¹ de K nas gramíneas que compunham aquela pastagem, novamente pode-se ponderar que esta grande variabilidade de resultados encontrados, pode ser reflexo de solos com grandes

diferenças de fertilidade além de diferenças inerentes aos gêneros e espécies. Apesar da variação entre valores encontrados no presente trabalho e os encontrados por Batmanian e Haridasan (1985), os valores foram bem próximos aos relatados por Follet e Wilkinson (1995) de 112 kg ha^{-1} de K.

A camada superficial de solo seguiu os compartimentos formadores da planta em capacidade de estocar potássio, mas não houve efeito significativo dos tratamentos, esta camada apresentou valores de estoque de potássio que variaram de $34,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo altamente intensivo a $63,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo não intensivo (Figura 19 e Anexo 7).

A camada subsuperficial (5-10 cm profundidade) veio em seguida, também sem efeito significativo dos tratamentos e com estoques de potássio variando entre $18,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo moderadamente intensivo e $31,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo rotacionado (Figura 19 e Anexo 7).

A camada de solo de 10-15 cm profundidade seguiu as camadas mais superficiais de solo em capacidade de estoque de potássio sem efeito significativo dos tratamentos e com valores desde $14,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo moderadamente intensivo até $23,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo rotacionado (Figura 19 e Anexo 7).

O compartimento serrapilheira continuou tendo estoque de potássio bem próximo à camada mais profunda de solo, mas nesta época não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos com valores que iam desde $7,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo não intensivo a $17,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo altamente intensivo (Figura 19 e Anexo 7). Os valores encontrados durante todo a estação de pastejo estiveram bem próximos dos valores encontrados por Estivalet (1997) trabalhando com campo nativo no sul do Brasil, que encontrou estoque médio de $26,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de K.

No final da estação de pastejo (outubro 2003) os teores de potássio nas fezes não apresentaram efeito significativo dos tratamentos e foram de 0,6% no manejo não intensivo a 1,8% no manejo rotacionado (Figura 20 e Anexo 7).

O retorno diário de potássio via fezes apresentou efeito significativo dos tratamentos, destes o manejo rotacionado retornou a maior quantidade de K ($412,0 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K) não diferindo do manejo altamente intensivo ($310,9 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K) e moderadamente intensivo ($260,7 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K), sendo superior apenas ao manejo não intensivo ($46,4 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K) (Anexo 17).

Utilizando uma média entre as três épocas de amostragem para se obter uma deposição média de potássio via fezes de cada um dos tratamentos ($95,8 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo não intensivo, $260,5 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo moderadamente intensivo, $368,0 \text{ g dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo altamente

intensivo, e $370,3 \text{ g dia}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K no tratamento manejo rotacionado) (Figura 21 e Anexo 8) e levando-se em conta que foram 169 dias de pastejo, obtemos o retorno total de potássio via fezes durante a estação de pastejo (Figura 22 e Anexo 9). Este retorno apresentou efeito significativo dos tratamentos, sendo que destes o manejo altamente intensivo superou os demais. A quantidade de potássio retornada via fezes durante toda a estação de pastejo foi de $16,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo não intensivo, $44,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo moderadamente intensivo, $62,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no tratamento de manejo altamente intensivo, e $15,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de K no manejo rotacionado (levando-se em conta que no manejo rotacionado os animais permaneceram no piquete um total de apenas 42 dias durante toda a estação de pastejo) (Anexo 18). Estes valores variam bastante e são, hora abaixo (tratamento de manejo não intensivo), e hora acima (demais tratamentos) daqueles relatados por Haynes e Willians (1993). Estes autores relatam que numa pastagem intensivamente manejada os animais excretaram por ano em torno de $38 \text{ kg de K ha}^{-1}$ nas suas fezes .

Calculando-se a deposição diária média de potássio (g dia^{-1} de K) por animal, considerando animais de 350 kg obteremos valores entre $55,41 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de K no manejo não intensivo a $75,80 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de K no manejo moderadamente intensivo, o que está acima dos valores encontrados por Betteridge et al.(1986) de 12 a $46 \text{ g dia}^{-1} \text{ animal}^{-1}$ de K, porém vale lembrar que aqueles autores trabalharam com um consórcio de espécies temperadas, o que vem a comprovar Cantarutti et al. (2001), que afirmaram que dietas pobres (neste caso uma gramínea tropical) resultariam em uma excreção de nutrientes bem maior que uma dieta mais rica (o consórcio de espécies temperadas usadas por Betteridge et al.,1986).

Se calcularmos estes resultados em termos de gramas de potássio depositado por dia por peso vivo animal, teríamos uma deposição diária variando entre $0,15 \text{ g PV}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de K e $0,21 \text{ g PV}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de K, o que corresponde exatamente aos resultados de Mathews et al. 1997 e 1996, respectivamente.

Apesar destes resultados não contemplarem os dados de potássio excretados via urina, que seriam provavelmente muito mais expressivos, é importante lembrar que segundo Mathews et al. (1994) a distribuição do potássio por bovinos é tipicamente maior que a do nitrogênio ou do fósforo, devido a altas concentrações de potássio nas forrageiras e pouca retenção de potássio por parte do animal, constituindo este elemento num bom indicador da reciclagem de nutrientes através dos animais (Benachio et al., 1970).

FIGURA 17 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

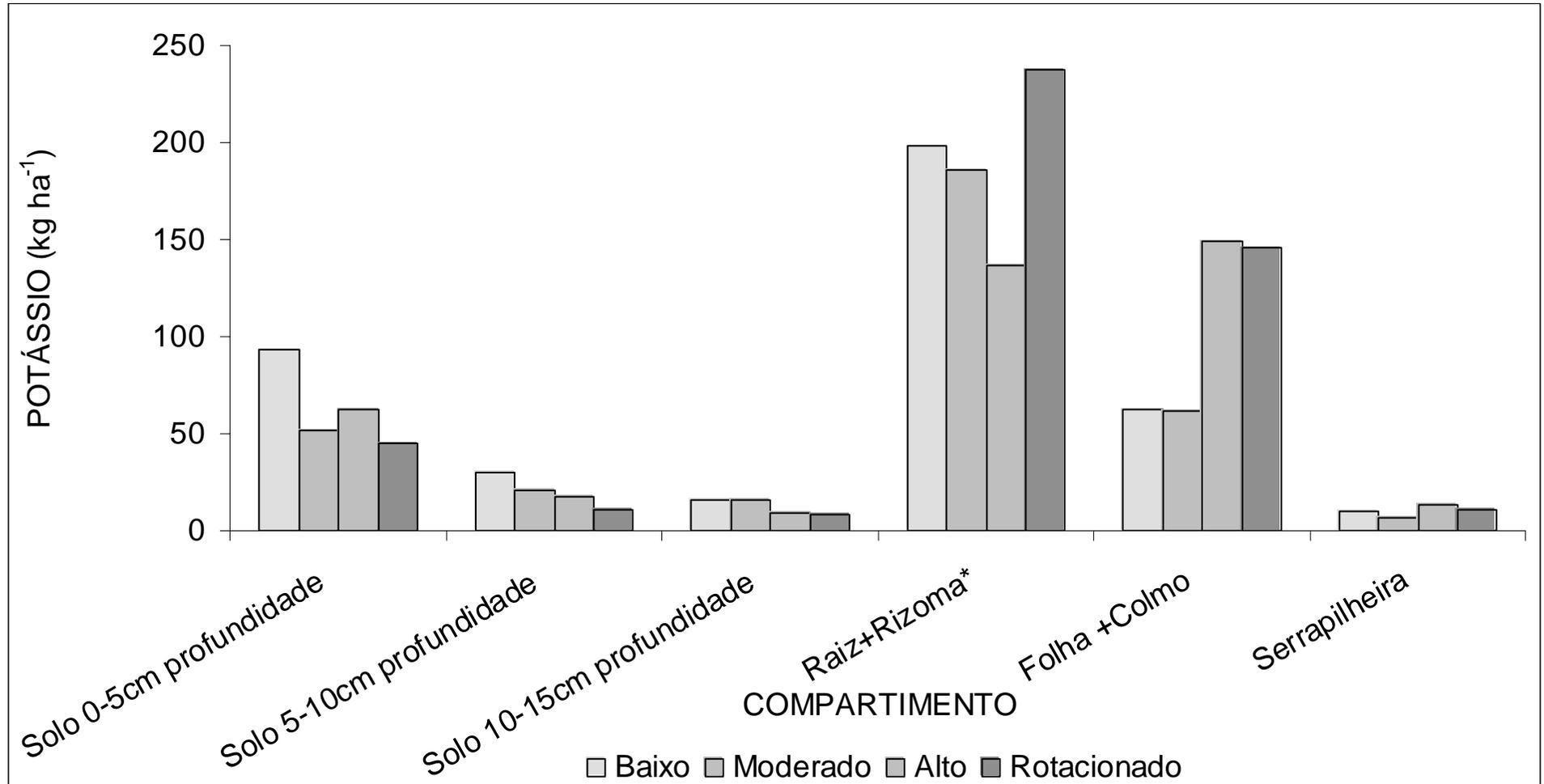


FIGURA 18 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Agosto 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

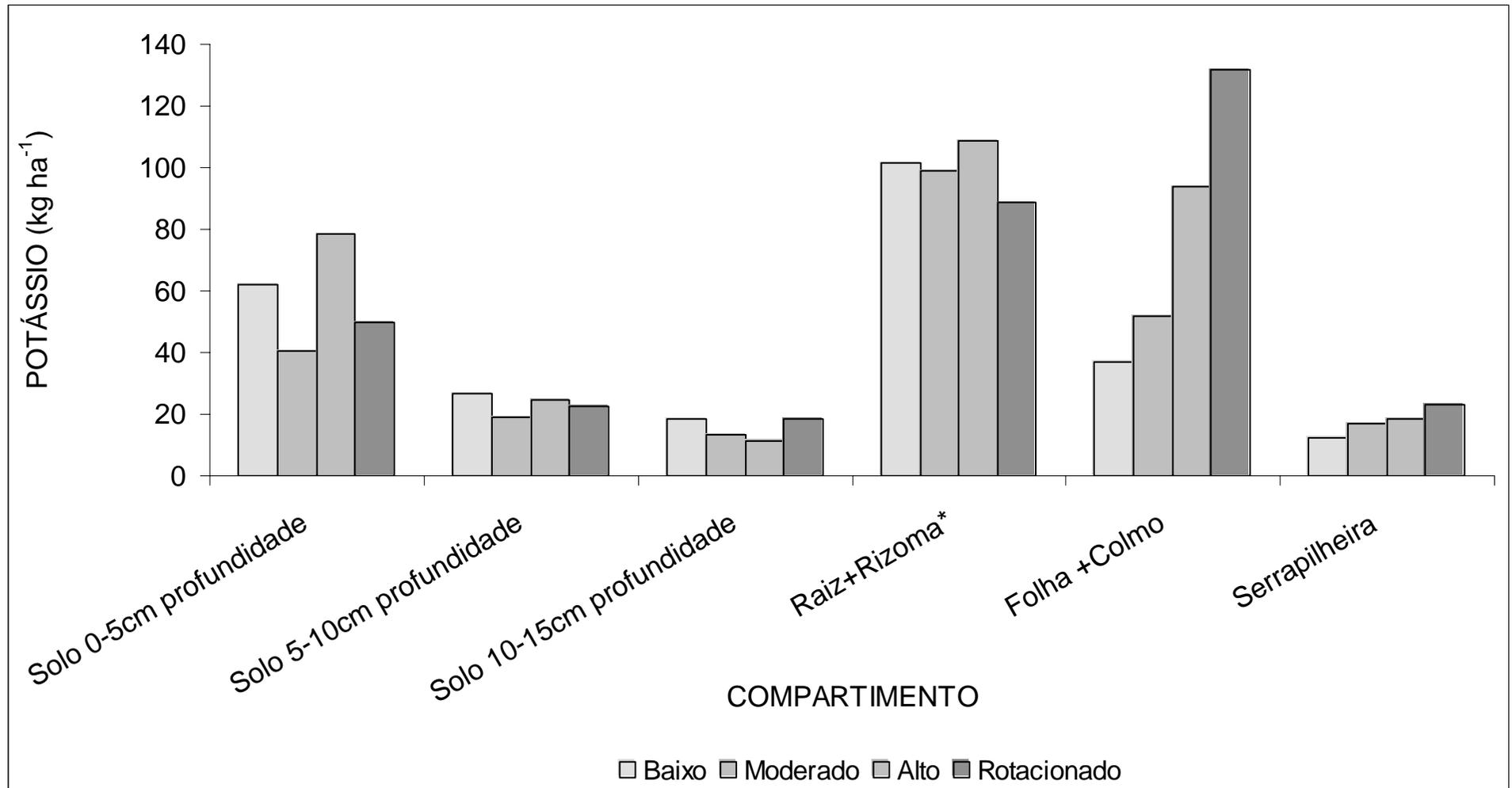


FIGURA 19 - Distribuição do potássio, no sistema solo-planta, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Outubro 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

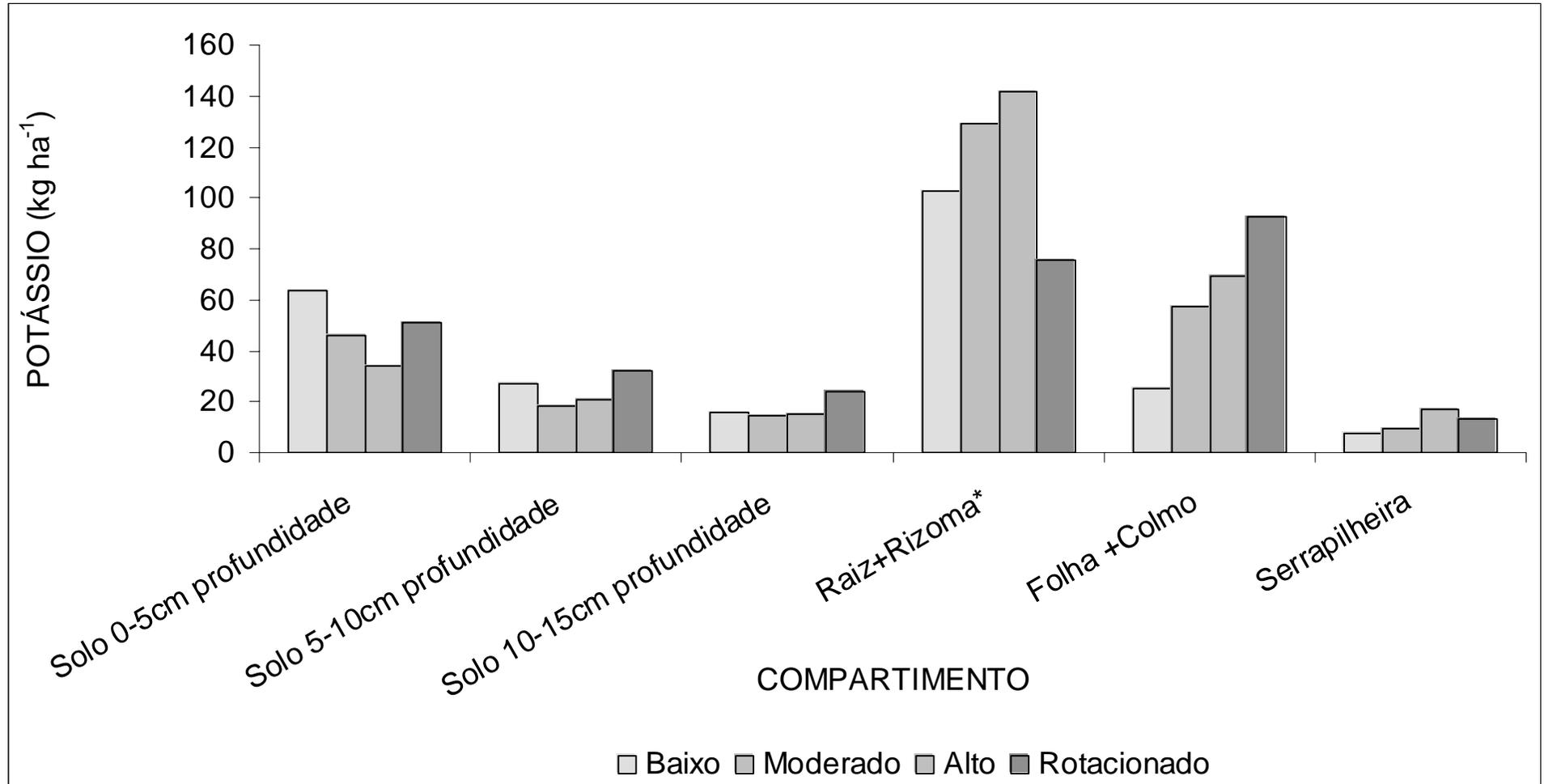


FIGURA 20 - Teor de potássio nas fezes dos bovinos de corte em pastejo, em resposta a diferentes manejos numa pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola. Jun – Ago – Out 2003

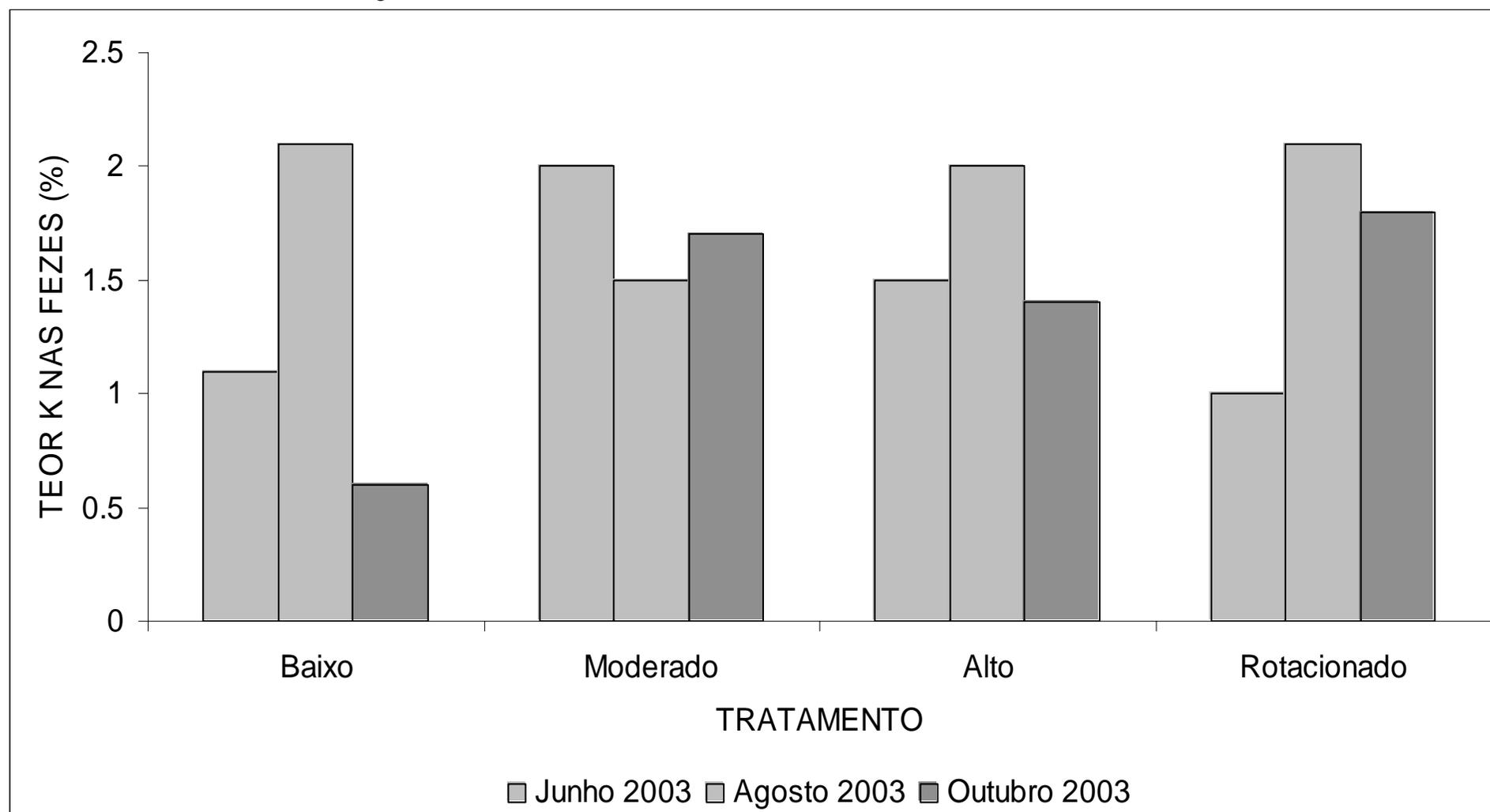


FIGURA 21 - Deposição diária média de nutrientes pelas fezes animais, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Junho – Outubro 2003

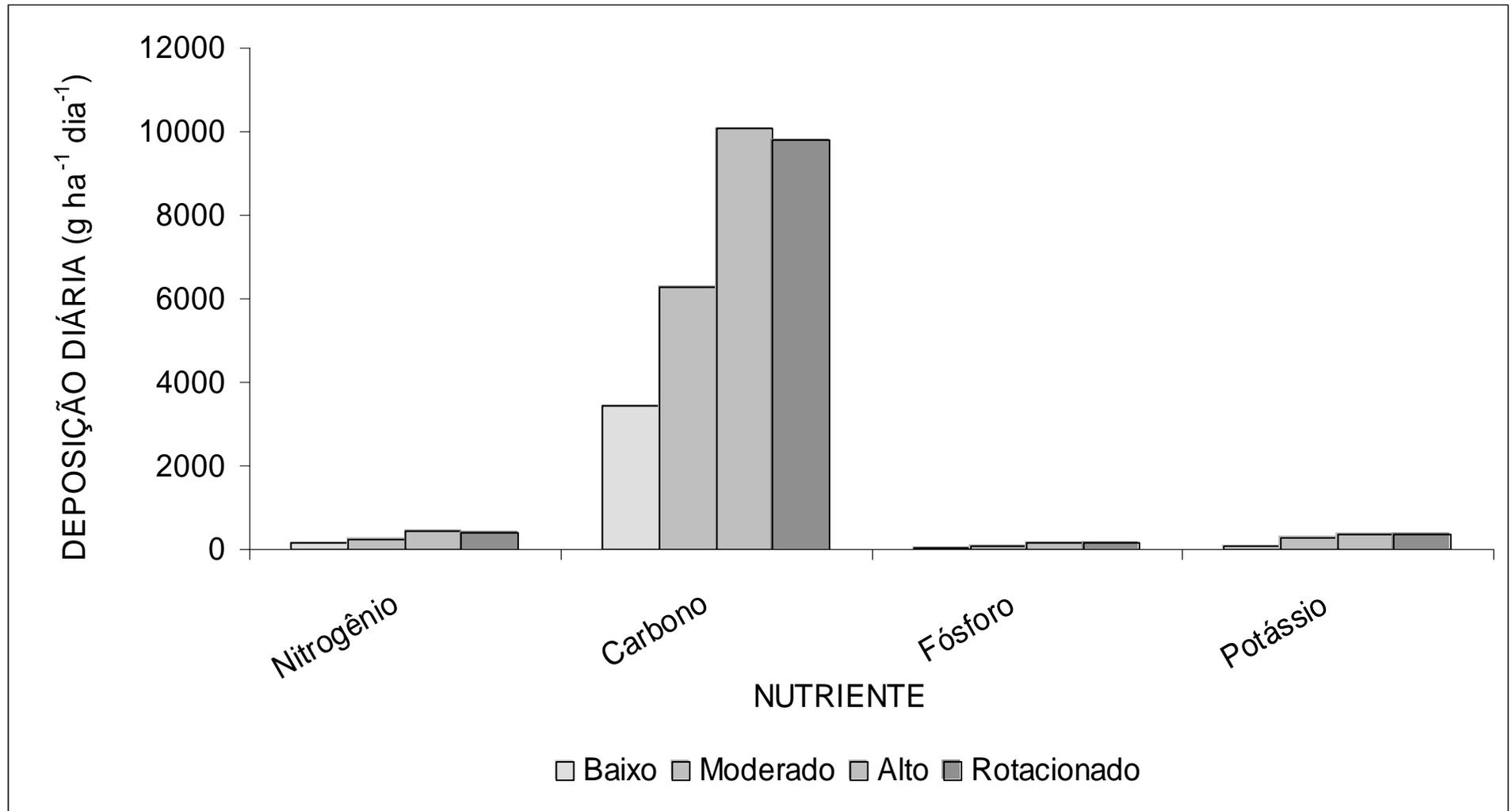
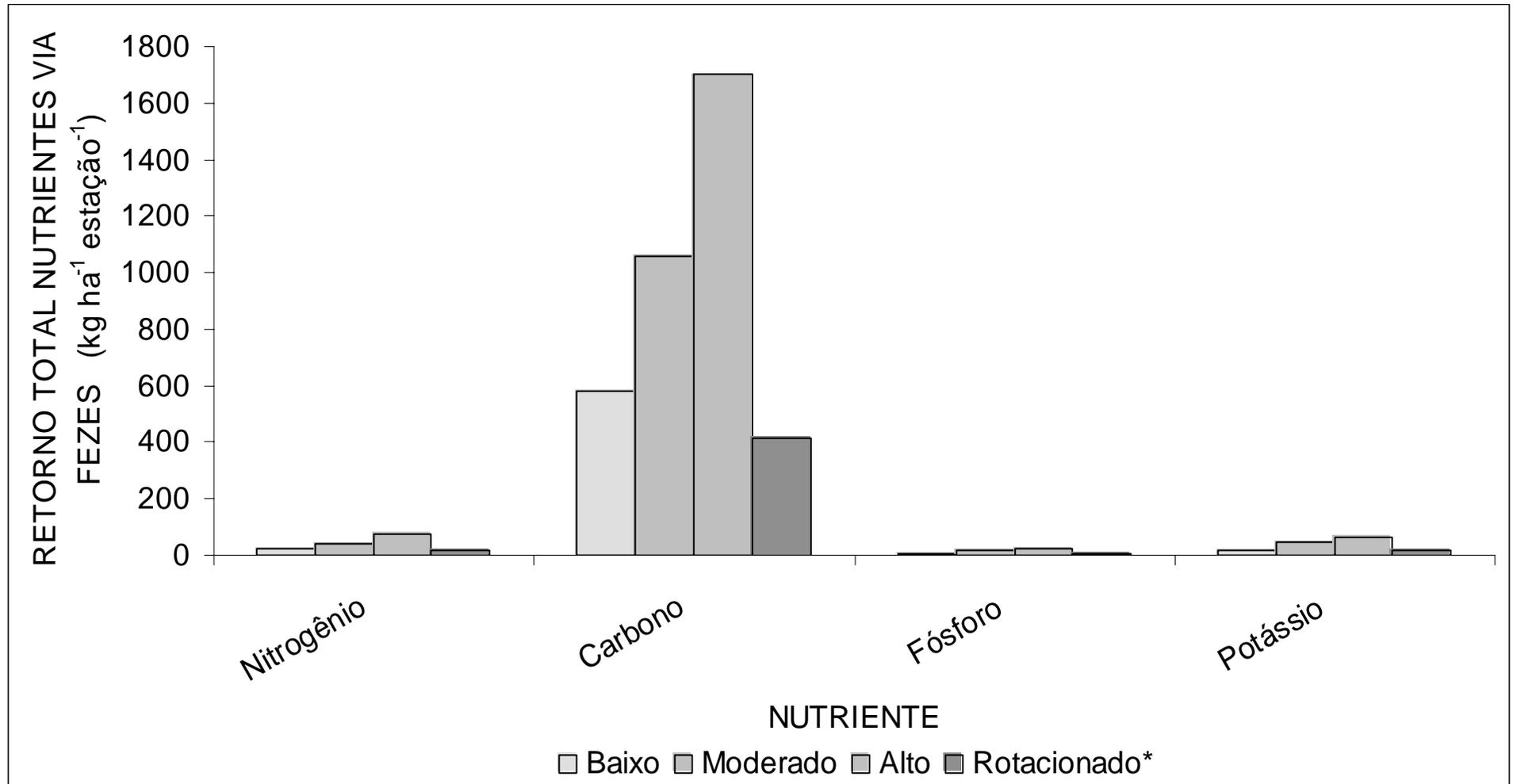


FIGURA 22 - Retorno total de nutrientes via fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, durante toda a estação de pastejo (169 dias). Junho – Outubro 2003

* No tratamento Rotacionado os animais permaneceram apenas durante 42 dias.



4.3 RELAÇÃO C/N NO SISTEMA DA PASTAGEM DE BAHIAGRASS cv. PENSACOLA.

Teoricamente a relação entre carbono e nitrogênio (C/N) determina se será a mineralização ou a imobilização que prevalecerá no processo de decomposição dos resíduos (Parma, 1975).

4.3.1 Relação C/N no compartimento raiz+rizoma

A relação C/N das raízes+rizomas está ilustrada na figura 23 e nos anexos 10, 11 e 12. No início da estação de pastejo (junho 2003), ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos sendo que o tratamento de manejo não intensivo (67,8) não diferiu do manejo moderadamente intensivo (61,1) e foi superior aos demais (35,1 no manejo rotacionado e 27,4 no manejo altamente intensivo) (Anexo 15). No meio da estação de pastejo (agosto 2003) o tratamento de manejo não intensivo (64,1) continuou sendo superior aos demais tratamentos, sendo que os tratamentos de manejo altamente intensivo (24,9) e rotacionado (21,9) não diferiram entre si (Anexo 16). Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) este padrão não se alterou, com o tratamento de manejo não intensivo (82,5) sendo superior aos demais, sendo que os tratamentos de manejo altamente intensivo (24,2) e rotacionado (22,8) não diferiram entre si (Anexo 17).

Segundo Swift et al. (1979) convencionalmente uma relação C/N para raízes abaixo de 20 indica que após a morte destas raízes haveria uma limitação de carbono para o crescimento microbial nessa região que deve ser rica em microfauna e microflora. Estes resultados encontrados estiveram sempre acima do valor crítico de 20 indicando que após a morte desta massa radical não haveria limitação ao crescimento microbiano na região da rizosfera.

Segundo Riasi et al. (1988) devido à alta razão C/N poderia ocorrer uma imobilização inicial do N durante a degradação destas raízes. Segundo Parma (1975) esta imobilização de N ocorreria quando o resíduo da planta apresentasse relação C/N maior que 30, o que ocorreu com frequência no presente trabalho.

Os altos valores de relação C/N encontrados no presente trabalho vêm confirmar Fisher et al. (1994) que sugeriram que as gramíneas forrageiras de clima tropical são capazes de aumentar o armazenamento de C no solo devido ao extenso sistema radicular e a baixa qualidade destes resíduos. Apesar de que estas altas relações C/N levam a uma imobilização líquida de nutrientes que estariam disponíveis para as plantas.

4.3.2 Relação C/N no compartimento folha+colmo

A relação C/N das folhas+colmos está ilustrada na figura 23 e nos anexos 10, 11 e 12. No início da estação de pastejo (junho 2003) não houve diferenças significativas entre os tratamentos e os valores variaram de 30,1 no manejo rotacionado a 36,2 no manejo não intensivo (Anexo 10). No meio da estação de pastejo (agosto 2003) ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos sendo que o tratamento de manejo não intensivo (44,2) foi superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Anexo 16). Ao final da estação (outubro 2003) ocorreram novamente diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento de manejo não intensivo (46,9) não diferiu do manejo moderadamente intensivo (37,8), mas foi superior aos demais que não diferiram entre si (Anexo 17). Quando comparamos estes valores de relação C/N com os valores de relação C/N das raízes+rizomas podemos concluir que Dubeux et al. (2004) estavam certos ao afirmarem que em relação às gramíneas, de modo geral, os resíduos de parte aérea são de melhor qualidade do que os de raízes (relações C/N menores).

4.3.3 Relação C/N no compartimento serrapilheira

A relação C/N da serrapilheira está ilustrada na figura 23 e nos anexos 10, 11 e 12.

Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos no início da estação de pastejo, e a relação C/N da serrapilheira ficou entre 22,9 no manejo altamente intensivo e 31,4 no tratamento de manejo não intensivo (Anexo 10).

No meio da estação de pastejo (agosto 2003) ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, destes o tratamento de manejo não intensivo foi superior aos demais (36,4), sendo que o manejo rotacionado (23,9) não diferiu dos manejos altamente intensivo (18,6) e moderadamente intensivo (28,8) (Anexo 16). Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) este padrão não se alterou com o tratamento de manejo não intensivo (39,9) sendo superior aos demais tratamentos que também diferiram entre si (16,8 no manejo rotacionado; 20,5 no manejo altamente intensivo; e 34,8 no manejo moderadamente intensivo) (Anexo 17).

Valores de relação C/N são importantes porque resíduos de relação C/N pouco elevada favoreceram a mineralização da matéria orgânica do solo, sendo que a decomposição de resíduos com uma relação C/N maior que 25 conduz inicialmente para uma imobilização de N mineral, enquanto materiais com uma relação C/N menor que 25, liberam o N mineral (Rajj, 1991; Myers et al., 1994).

4.3.4 Relação C/N no compartimento solo

A relação C/N do compartimento solo está ilustrada na Figura 24 e anexos 10, 11 e 12.

À medida que se aprofundava no solo houve uma tendência de aumento na relação C/N deste solo.

No início da estação de pastejo (junho 2003) estas relações ficaram em torno de 15,8 na camada superior do solo, 19,3 para acamada de 5-10 cm de profundidade, e 20,7 na camada de 10-15 cm de profundidade (Anexo 10), sendo que apenas ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos na camada de 5-10 cm de profundidade, onde o tratamento altamente intensivo (21,3) foi superior ao manejo moderadamente intensivo (15,5) e não diferiu dos demais (Anexo 15).

No meio da estação de pastejo (agosto 2003) estas relações foram em torno de 15,9 na camada superior do solo (excetuando-se a relação C/N atípica do tratamento de manejo moderadamente intensivo), 20,3 para acamada de 5-10 cm de profundidade, e 19,5 na camada de 10-15 cm de profundidade (Anexo 11), sendo que apenas ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos na camada de 10-15 cm de profundidade, onde o tratamento rotacionado (26,5) foi superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Anexo 16).

Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) estas relações ficaram, novamente em torno de 15,9 na camada superior do solo, 17,4 para acamada de 5-10 cm de profundidade, e 18,8 na camada de 10-15 cm de profundidade (Anexo 12), sendo que apenas ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos na camada de 0-5 cm de profundidade, onde o tratamento não intensivo (23,0) foi superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Anexo 17).

Estes valores são um pouco superiores à faixa de relação C/N entre 10 e 12, que segundo Raij (1991), ocorre nas camadas superficiais de solos bem drenados e não muito ácidos.

4.3.5 Relação C/N no compartimento fezes

A relação C/N do compartimento fezes está ilustrada na Figura 25. No início da estação de pastejo (junho 2003) não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os valores variaram de 24,2 no manejo altamente intensivo a 44,8 no manejo rotacionado (Anexo 10). No meio da estação de pastejo (agosto 2003) novamente não houve diferenças significativas entre os tratamentos e os valores variaram de 21 no manejo rotacionado a 23

no manejo moderadamente intensivo (Anexo 11). Ao final da estação de pastejo (outubro 2003) continuou não ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos de manejo e os valores variaram de 22,1 no manejo altamente intensivo a 46 no manejo moderadamente intensivo (Anexo 12).

FIGURA 23 -Relação C/N da planta, frações raiz+rizoma*, folha+colmo, e serrapilheira, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

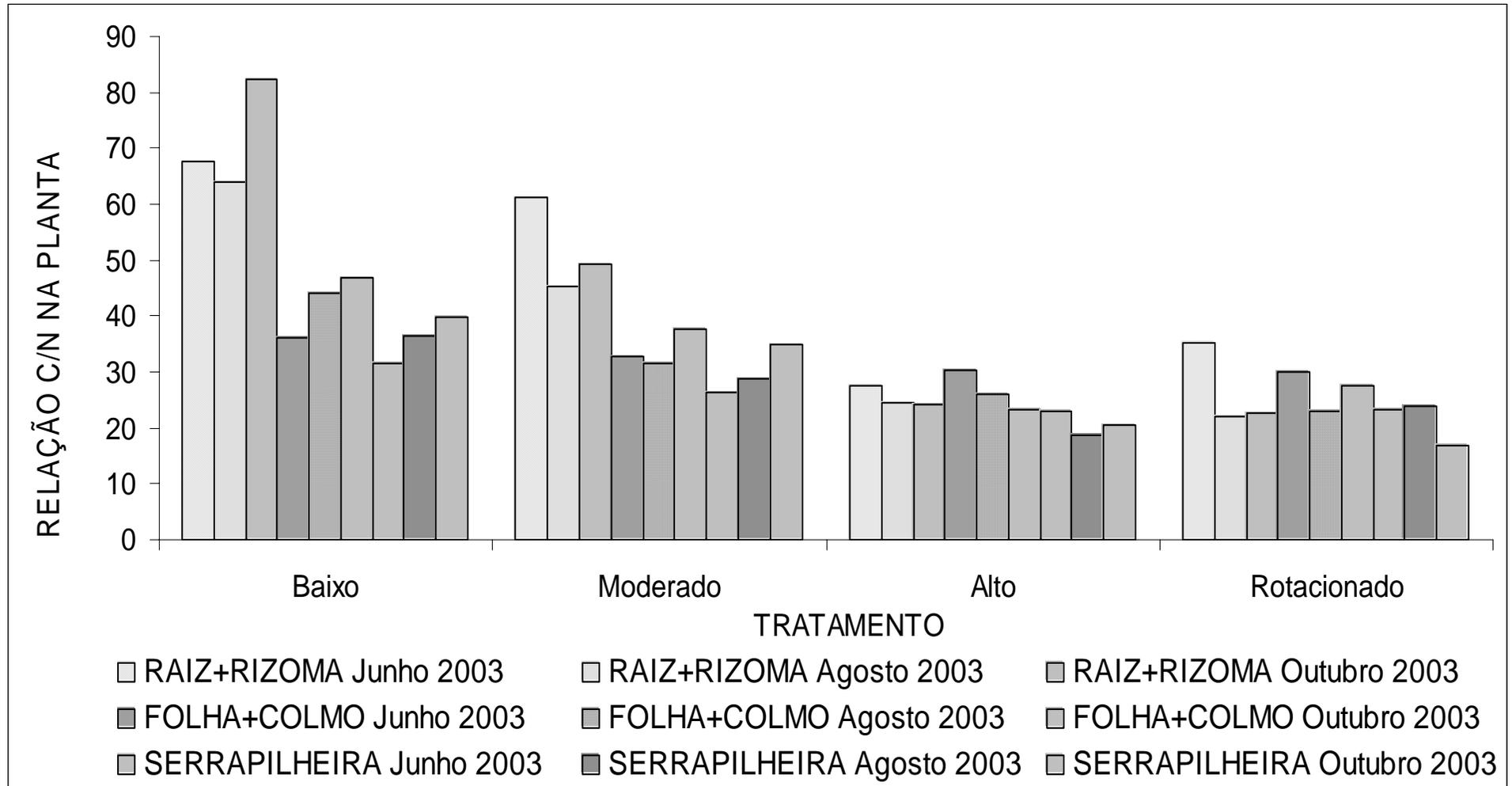


FIGURA 24 - Relação C/N do solo por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003

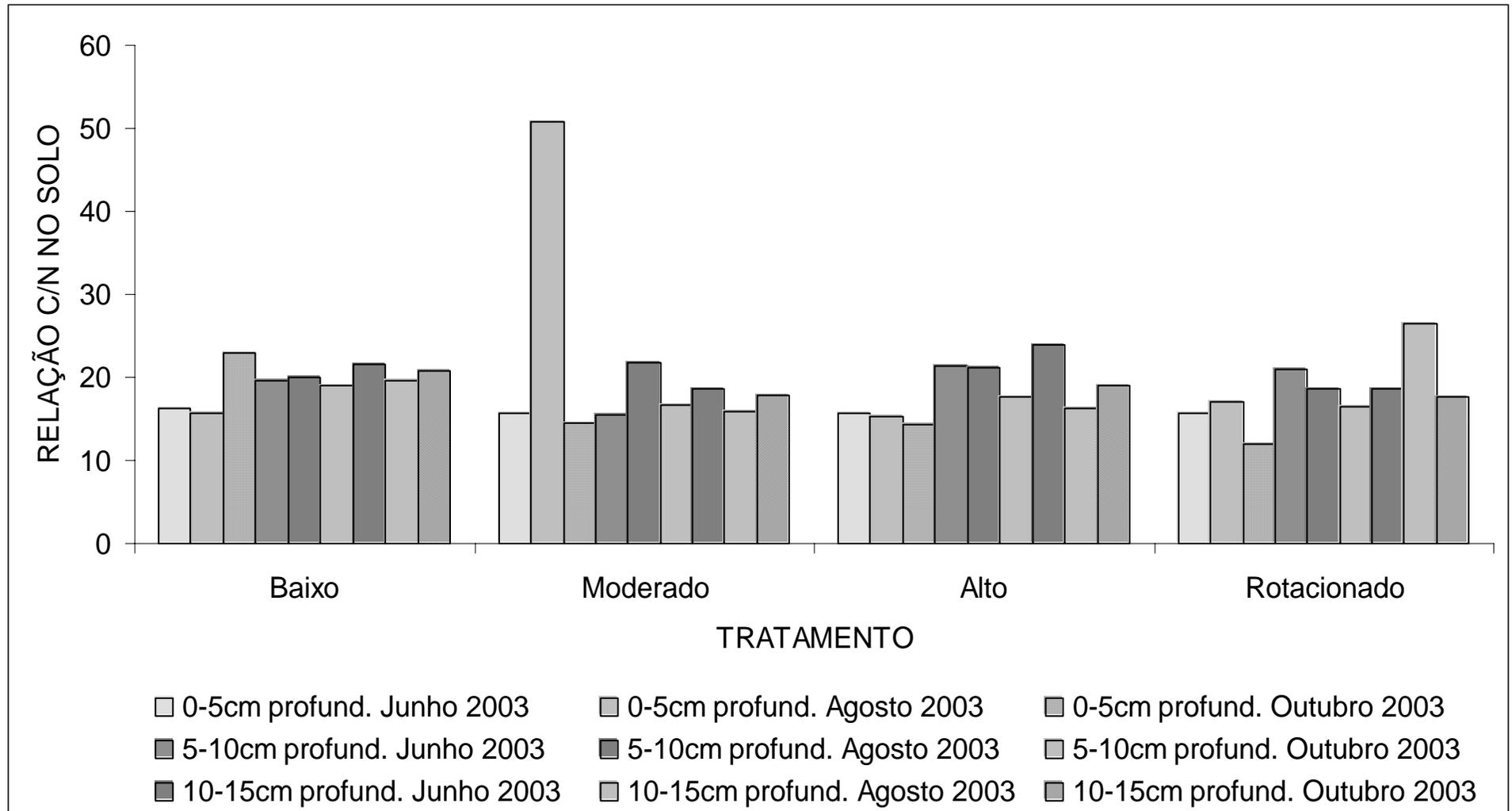
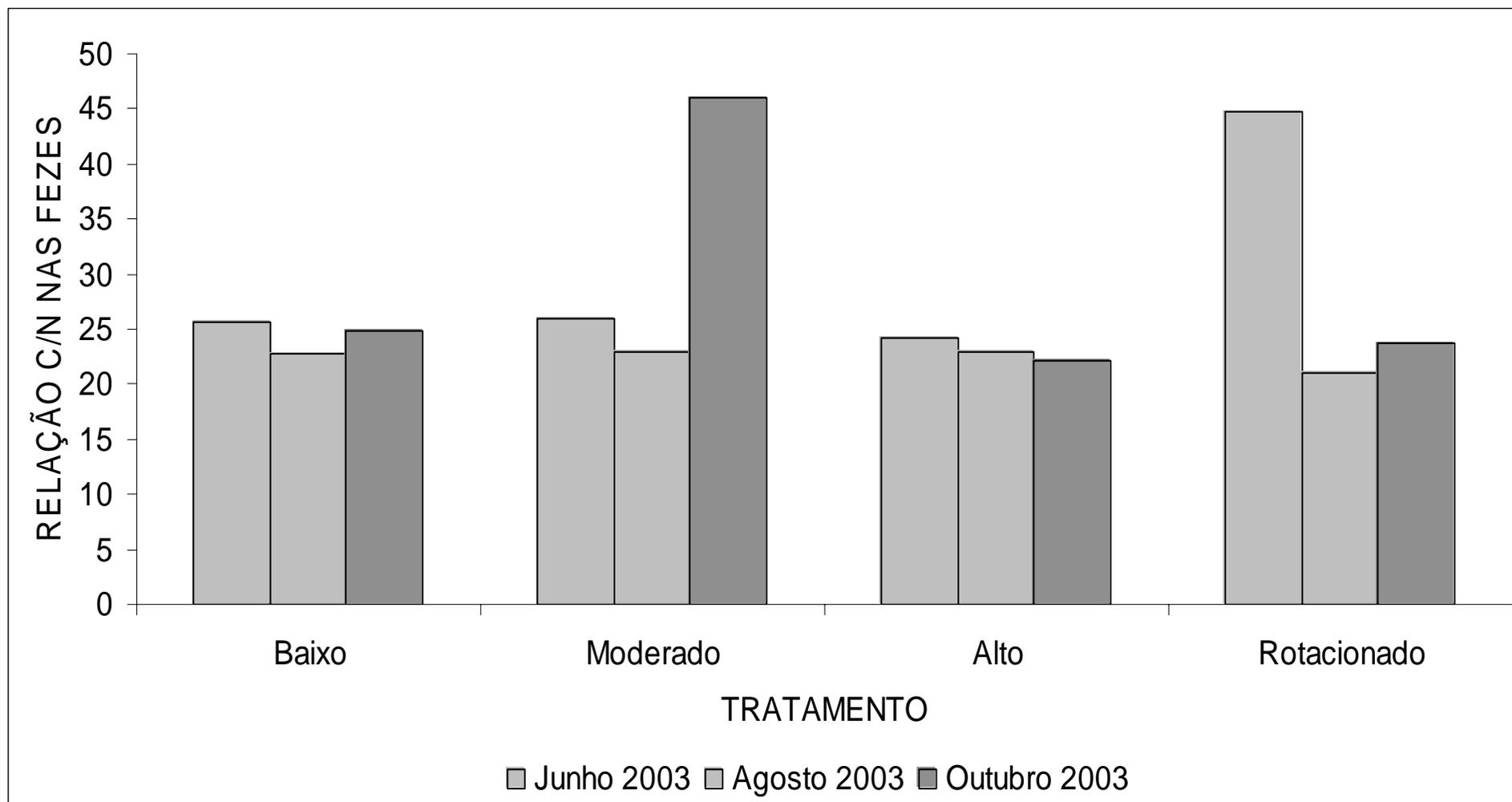


FIGURA 25 - Relação C/N das fezes, por período, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003



4.4 TEORES DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DA PASTAGEM DE BAHIAGRASS cv. PENSACOLA.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) da pastagem, em suas diversas frações, encontram-se ilustrados na Figura 26.

No compartimento raiz+rizoma, ao início da estação de pastejo, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) nas raízes+rizomas. O tratamento de manejo altamente intensivo (78,6% FDN) não diferiu do manejo rotacionado (mas apresentou teores de FDN na fração raiz+rizoma superior aos demais tratamentos, que não diferiram entre si) (Anexo 15). No meio da estação de pastejo, agosto 2003, praticamente não houve diferenças entre os tratamentos e os valores ficaram em torno de 78% (Anexo 13). Ao final da estação de pastejo (outubro 2003), novamente não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos e os teores foram em torno de 76% (Anexo 13).

Nos tratamentos com baixa intensidade de manejo (manejo não intensivo e manejo moderadamente intensivo) os teores de FDN aumentaram até chegar a um pico, e depois decresceram durante a estação de pastejo. Para o tratamento de manejo altamente intensivo os teores de FDN nas raízes e rizomas, caíram desde o início da estação de pastejo até o seu término o que pode caracterizar uma maior taxa de morte e renovação (“turnover”) de raízes neste tratamento com alta intensidade de manejo. No tratamento de manejo rotacionado os teores de FDN nas raízes+rizomas subiram um pouco desde o início da estação e tenderam a ficar estáveis no decorrer do período.

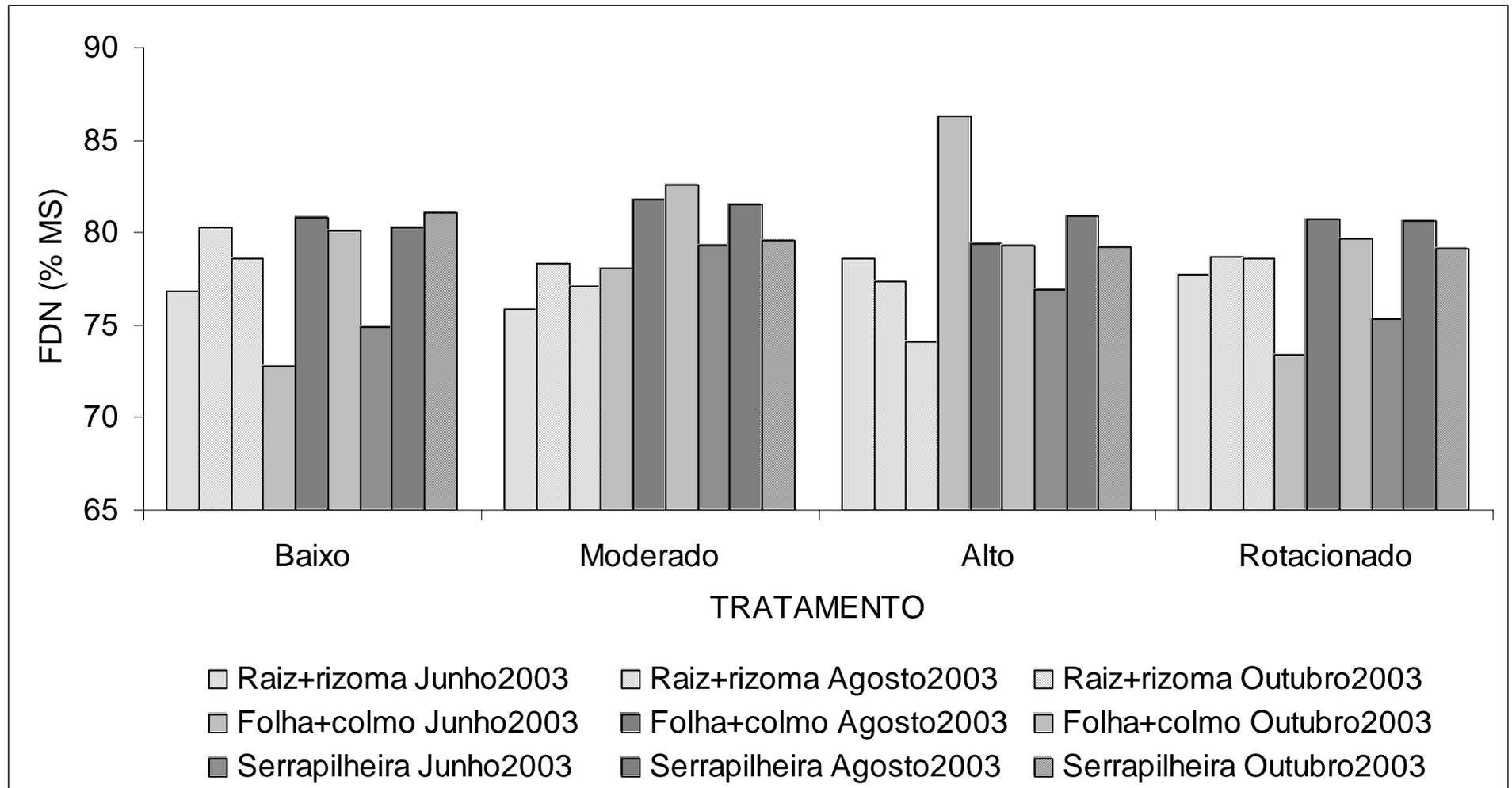
Houve uma tendência de que os teores de fibra em detergente neutro na fração folha+colmo se elevassem à medida que se avançava na estação de pastejo, confirmando Stanley et al. (1977), Cuomo et al., (1996), e Johnson et al. (2001), porém dentro de cada data de amostragem não houve diferenças significativas entre os tratamentos, o que contraria Johnson et al. (2001) que demonstraram quedas nos teores de FDN com aumento das doses de N.

Os teores de fibra em detergente neutro na fração folha+colmo não apresentaram efeitos significativos dos tratamentos em nenhuma época de amostragem e variaram de 73% a 86% no início do período (junho 2003), de 80% a 82% no meio da estação de pastejo (agosto 2003) e de 79% a 82% no final da estação de pastejo (outubro 2003) (Anexo 13). Estes teores de FDN estão de acordo com os teores de 79% encontrados por Muchovey e Mullahey (2000) e de 74% a 75% encontrados por Johnson et al. (2001).

Apesar de um pouco acima dos teores encontrados por Cuomo et al. (1996) de 63% em maio e 65% em setembro, eles apresentam a mesma tendência de aumentar à medida que a estação de pastejo se aproxima do seu final.

Os teores de fibra em detergente neutro na fração serrapilheira também não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos em nenhum dos períodos amostrados, sendo que houve uma tendência de aumento seguido de queda dos teores de FDN neste compartimento como passar do período de pastejo. Os teores variaram entre 79% e 81% (Anexo 13).

FIGURA 26 - Fibra em detergente neutro (FDN) das frações raiz+rizoma*, folha+colmo, e serrapilheira, por período, de uma pastagem de Bahiagrass cv. pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida.. Jun – Ago -Out 2003
 *Dados coletados a 20 cm de profundidade.



4.5 DIGESTIBILIDADE “IN VITRO” DA PASTAGEM DE BAHIAGRASS cv. PENSACOLA.

A digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica da pastagem de Bahiagrass cv. pensacola diminuiu durante a estação de pastejo em todos os tratamentos (Figura 27), isto se deve provavelmente por dois motivos. Primeiro porque à medida que o tempo foi passando as plantas podem ter avançado em maturidade, o que reduziria sua relação folha/colmo, levaria a uma lignificação dos tecidos e diminuição dos teores protéicos e de glicídios digestíveis (Mott, 1973). Segundo pelo estresse causado pelas altas temperaturas e aumento das chuvas em meados da estação de pastejo (Willson 1983; Jones 1985). A digestibilidade de gramíneas tropicais é normalmente mais alta ou declina mais lentamente quando a seca restringe o crescimento (Misson, 1990) como ocorreu no início da estação de pastejo (junho 2003) quando ainda estava-se na primavera. Utley et al. (1974) reportou DIVMO de 68% em maio no início da estação de pastejo e 43% no final de setembro, final da estação de pastejo. Este mesmo padrão foi encontrado por Sollenberger et al. (1989), Cuomo et al. (1996), Gates et al. (1999) e Johnson et al. (2001). Segundo Sollenberger et al. (1989), as melhores digestibilidades de Bahiagrass cv. pensacola ocorrem ou na primavera ou no outono, sendo que durante o verão ela é bastante reduzida. As relações inversamente proporcionais entre a digestibilidade da forragem e temperatura devem ser causadas por uma redução na razão folha/colmo e aumentos na proporção de frações indigestíveis devido a aumentos nas taxas metabólicas que decorrem de aumentos da temperatura (Henderson e Robinson, 1982^{a,b}; Nelson e Volonec, 1995;).

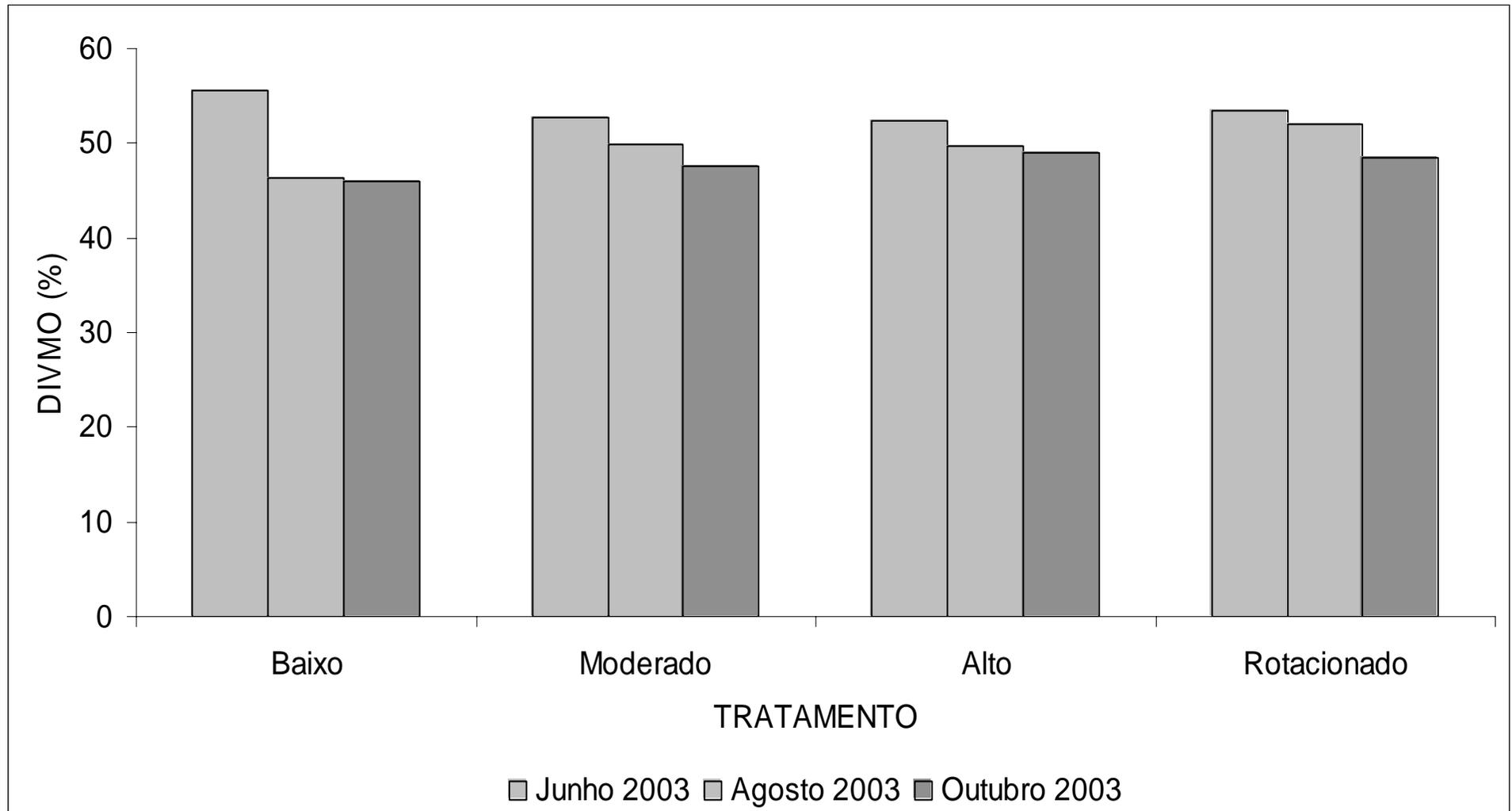
Segundo Johnson et al. (2001) estas quedas na DIVMO e nos teores de nitrogênio solúvel durante os meses de pico de verão podem sugerir que haja necessidade de fornecimento de suplementação aos animais nesta época, de maneira a se evitar que a qualidade da forragem seja um limite à expressão de uma boa performance animal.

Em nenhuma das épocas houve diferenças significativas entre os tratamentos (Anexo 14). Este fato vem comprovar Adjei et al., (1980), Thom et al. (1990) e Johnson et al. (2001), que apontavam que aumentos nas doses de nitrogênio resultam em pequeno ou nenhum efeito sobre a digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica.

Os valores de digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica variaram de 45,9% no tratamento de manejo não intensivo no final da estação de pastejo (outubro 2003) a 55,6% no tratamento de manejo não intensivo no início da estação de pastejo (junho 2003) (Anexo 14). Estes valores estão bastante coerentes com os resultados de Sollenberger et al. (1988) e Sollenberger et al. (1989) que encontraram teores de 48%, e entre 48% e 60% respectivamente. Cuomo et al. (1996) encontraram, para esta mesma forrageira, teores de digestibilidade “in vitro” em torno de 59% quando trabalharam com altas doses de nitrogênio

(336 kg ha⁻¹); Gates et al. (1999) encontraram teores de DIVMO entre 40% e 60% e Muchovej e Mullahey (2000), trabalhando com 56 kg ha⁻¹ de N, encontraram uma digestibilidade "in vitro" de 51% para Bahiagrass cv. pensacola.

FIGURA 27 - Digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO), por período, de uma pastagem de Bahiagrass cv. Pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida. Jun – Ago -Out 2003



5 CONCLUSÕES

O compartimento raiz+rizoma aloca quantidade de biomassa 4 a 12 vezes maior de que o compartimento folha+colmo de Bahiagrass cv. pensacola.

Adubações nitrogenadas associadas a altas lotações (pressão de pastejo) afetam os estoques de nutrientes da fração aérea e radical de Bahiagrass cv. pensacola.

Adubações nitrogenadas associadas a altas lotações (pressão de pastejo) promovem queda na biomassa de raiz+rizoma, queda nos teores de fibra das raízes, e queda na relação raiz/parte aérea da Bahiagrass cv. pensacola.

Num ecossistema de pastagem de Bahiagrass cv. pensacola adubações nitrogenadas associadas a altas lotações (pressão de pastejo) promovem um maior consumo de forragem, diminuindo a deposição de serrapilheira e levando a uma reciclagem de nutrientes favoravelmente pelas excreções animais.

Num ecossistema de pastagem de Bahiagrass cv. pensacola a maior parte do nitrogênio e a maior parte do carbono estão alocadas no compartimento solo. Dentre as camadas de solo estudadas a camada superior de solo contém os maiores estoques de nitrogênio, carbono, fósforo e potássio, sendo que estes estoques diminuem com aumento da profundidade.

Num ecossistema de pastagem de Bahiagrass cv. pensacola a maior parte do fósforo e a maior parte do potássio estão alocadas no compartimento raiz+rizoma.

Adubações nitrogenadas associadas a altas lotações (pressão de pastejo) não afetam a digestibilidade da forragem de Bahiagrass cv. pensacola.

Durante os meses de verão, quando as temperaturas atingem valores elevados e a planta avança em maturidade, há um aumento nos teores de fibra e decréscimo na digestibilidade da forragem de Bahiagrass cv. pensacola.

Uma área de pastagem tropical para produção de gado de corte na região Centro-Norte da Flórida pode-se reciclar através das fezes dos bovinos em pastejo, em torno de 50 kg de N ha⁻¹, 1200 kg de C ha⁻¹, 15 kg de P ha⁻¹, 40 kg de K ha⁻¹, durante uma estação de pastejo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pôde ser constatado anteriormente a distribuição da biomassa e a distribuição de nutrientes, nos vários compartimentos do sistema de pastagem (solo, raiz+rizoma, folha+colmo, serrapilheira e fezes), apresentaram respostas aos manejos empregados na área, entretanto, períodos experimentais curtos nem sempre fornecem resultados que apresentem diferenças significativas entre estas respostas.

Por questões logísticas a realização deste trabalho por mais de uma estação de pastejo (primavera/verão de 2003) não foi possível, de modo que, apesar da consciência quanto aos problemas inerentes a uma pesquisa de apenas uma estação, optou-se por realizá-la com o enfoque de quantificar o estoque de nutrientes em cada compartimento do sistema após um período de 3 anos em que o sistema foi submetido aos tratamentos.

Apesar das dificuldades em se extrapolar os resultados experimentais, especialmente quando se trabalha por períodos curtos e com animais em pastejo, ainda assim, os resultados apresentados podem dar uma aproximação do retorno e ciclagem de nutrientes sob condições de pastejo.

Uma observação importante a ser considerada, ao levar-se em conta os resultados obtidos no presente trabalho é que, como as amostragens de solo se deram apenas nos primeiros 15 cm do perfil, e as amostragens de raízes+rizomas se deram apenas nos primeiros 20 cm do perfil, tanto neste como naquele compartimento os resultados obtidos subestimam em muito o estoque real de nutrientes destes compartimentos, tendo em vista que este solo possui profundidade bastante superior, com raízes distribuídas por todo o perfil.

Sugere-se que, em trabalhos futuros, além da avaliação de produção de massa e de estoque de nutrientes, seja dada especial atenção à dinâmica de degradação das fezes e da serrapilheira, já que o volume de matéria seca de ambos depositados na pastagem, é afetado não apenas pela produção mas também pela taxa de degradação destes.

Outra sugestão é que, na medida do possível, sejam efetuadas avaliações do retorno de nutrientes via urina animal. Estas avaliações são muito difíceis de serem realizadas mas dão, principalmente no caso do potássio, informações valiosas quanto ao retorno de nutrientes num sistema de pastejo.

O entendimento da dinâmica do sistema solo-planta-animal, especialmente aqueles processos envolvidos diretamente na ciclagem de nutrientes, é fator indispensável ao

manejo racional de áreas de pastagens (como manejo racional entende-se um sistema de alta produtividade no qual sejam minimizados ao máximo os possíveis impactos ambientais negativos). Assim, a compreensão de como os compartimentos deste sistema interagem, auxiliarão no processo de tomada de decisões, visando o maior aproveitamento dos nutrientes presentes no sistema, com a redução de perdas e do impacto ambiental.

7 REFERÊNCIAS

- ADJEI, M. B.; MISLEVY, P.; WARD, C.Y. 1980. Response of tropical grasses to stocking rate. **Agron. J.**, Madison, v.72, p. 863-868. 1980.
- AFZAL M.; ADAMS W. A. 1992 Heterogeneity of soil mineral nitrogen in the pasture grazed by cattle. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.56, p. 1160-1166. 1992.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirements of farm livestock. London, 1965. s.p. (The technical Reviews and Summaries).
- ALEXANDER, M. **Introduction to soil and microbiology**. New York: John Wiley Sons, 1977. p. 333-349.
- ALMEIDA, E. X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O. E. L. Oferta de forragem de capim elefante anão (*P. purpureum* Schum) cv Mott: 2. características físicas do solo, cobertura vegetal e biomassa radicular. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza, 1996. p 51-52.
- ALVAREZ, R.; LAVADO, R.S. 1998 Climate, organic matter and clay content relationship in the Pampa and Chaco soils. **Geoderma**, v. 83, p. 127-141. 1998.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. 2001 Potencial de plantas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p.189-197. 2001.
- ANDRADE, A. G. de.; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C. 2003. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe agropecuário**, v.24, n.220, p. 55-63. 2003.
- ANDRADE, A., G. de **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. Tese Doutorado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.
- ANGERS, D. A.; BOLINDER, M. A.; CARTER, M. R.; GREGORICH, E. G.; DRURY, F. C.; LIANG, B. C.; VORONEY, R. P.; SIMARD, R. R.; DONALD, R. G.; BEYAERT, R. P.; MARTEL, J. 1997 Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada. **Soil and Tillage Research**, v.41, p. 191-201. 1997.
- ANGERS, D.A.; VORONEY, R.P.; CÔTE D. 1995 Dynamics of soil organic matter and corn residues affected by tillage practices. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 59, p. 1311-1315. 1995.
- ARNDORFER, B. 2003. County project to grow by 41percent, pp. 1 **The Gainesville Sun**, Final Edition, Gainesville, FL. 12 Feb 2003.
- ASSMMAM, T. S. 2001 Rendimento de milho em áreas de integração lavoura pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba, 2001. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná. 2001

- BALESDENT, J.; BALABANE, M. 1996 Major contribution of roots to soil carbon storage inferred from maize cultivated soils. **Soil Biol. Biochem**, v. 28, p. 1261-1263. 1996.
- BALL, P. R.; RYDEN, J. C. 1984 Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. **Plant Soil**, v. 76, p. 23-33. 1984.
- BARROW, N. J.; LAMBOURNE L. J. 1962 Partition of excreted nitrogen, sulphur and phosphorus between the feces and urine of sheep being fed pasture. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 13, p. 461-471. 1962.
- BASHAW, E.C.; HOVIN, A.W.; HOLT, E.C. Apomixis, its evolutionary significance and utilization in plant breeding. In: **Proceedings of the 11th International Grassland Congress** (Norman, M.J.T., ed.). University of Queensland Press, St. Lucia, pp. 245-248. 1970
- BATJES, N.H. 2004 Estimation of soil carbon gains upon improved management within croplands and grasslands of Africa. **Environment, Development Sustainability**, v.6, p.133-143. 2004.
- BATMANIAN, G. J.; HARIDASAN, M. 1985 Primary accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. **Plant and Soil**, v. 88, p. 437-440.1985.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; CERETTA, C.A. 2000 Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. **Soil Till. Res.** v. 53, p. 95-104. 2000
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. 1997 Nitrogênio total num solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, p. 235-239. 1997.
- BEAUCHAMP, E.G.; VORONEY, R.P. 1994 Crop Carbon contribution to the soil with different cropping and livestock systems. **J. Soil Water Cons.**, v. 49, p. 205-209. 1994.
- BENACCHIO, S.S.; BAUMGARDNER, M.F.; MOTT, G.O. Residual effect of grain-pasture feeding systems on the fertility of the soil under a pasture sward. **Soil Science society American Proceedings**, v.34, p.621-624, 1970.
- BERNOUX, M.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; GERALDES, A.P.A.; FERNANDES, S.A.P. 1999 Carbono e nitrogênio em solos de uma cronoseqüência de floresta tropical – pastagem de Paragominas. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 777-783. 1999.
- BETTERIGE, K.; ANDREWES, W.G.K.; E SEDCOLE, J. R. 1986 Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. **J.Agric. Sci.**, v. 106, p. 393-404. 1986.
- BLAIR, C. J.; TILL, A.; SMITH, R.C.C. The phosphorus cycle – What are the sensitive areas? In: BLAIR, G.J. (ed.) **Prospects for improving efficiency of phosphorus utilization**. Armidale: University of New England, 1976. p. 9-13.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. IN: **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods 2^o**. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986 p. 363-375.
- BLASER, R. E. 1986 **Forage animal management systems**. Virginia Agric. Exp. Stn. Bull. Blacksburg, 1986, p. 86-87 VA 24061.
- BLUE, W.G. 1988(a) Response of pensacola Bahiagrass (*Paspalum notatum Flüggé*) to Fertilizer Nitrogen on an Entisol and a Spodosol in North Florida. **Soil and Crop Sci. Soc. Fla. Proc.**, v. 47, p. 135-139. 1988. 1988(a).

- BLUE, W.G. 1988(b). Response of pensacola Bahiagrass on Florida Spodosol to nitrogen sources and times of application. **Soil and Crop Sci. Soc. Fla. Proc.**, v. 47, p. 139-142. 1988(b).
- BONA FILHO, A. Integração lavoura pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba, 2002. 105p. Tese Doutorado em Agronomia – Produção vegetal. Setor de Ciências Agrárias. UFPR 2002.
- BOUMA, D. 1967. *Aust. J. biol. Sci.* 20: 601-612.
- BRADY, N.C. **The nature and properties of soils.** 8th ed., New York: Macmillan Pub. Co., 1974. 639p.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The Nature and Properties of Soils.** 13th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 960 p.
- BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. 2003 Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum*, Jacq. Sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1037-1044. 2003.
- BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JR., D.; CANTARUTTI, R.B.; REGAZZI, A.J.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002.
- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEISTSCHMIDT, R. K., STUTH, J. W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective.** Portland: Timber press. 1991. p. 85-108.
- BROMFIELD, S. M.; JONES, O. L. The effect of sheep on the recycling of phosphorus in hayed-off pastures. *Aust. J. Agric. Res.*, v.21, p. 699-711. Melbourne, 1970
- BUKART, A. Flora ilustrada de entre rios (Argentina). **Gramíneas.** INTA. B. As. 1969.
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **The nature and properties of soils.** The MacMillan Co. New York 1960. 567p.
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCracken, R.J. **Soil genesis and classification.** 3. edition. The Iowa State University press, Ames, Iowa. U.S.A. 1984. 548 p.
- BURSON, J. C.; WATSON, 1995. Bahiagrass, dallisgrass and other Paspalum species. In: BARNES, R. (ed) **Forages volume I: An introduction to grassland Agriculture.** The Iowa State University press, Ames, Iowa. U.S.A. 1995. p. 431-434. 732p.
- BURTON, G.W. 1948 The method of reproduction in common Bahiagrass, *Paspalum notatum*. **J. Amer. Soc. Agron.**, Madison, v. 4, p. 443-452. 1948.
- BURTON, G.W. 1955 Breeding pensacola bahiagrass, *Paspalum notatum*. I. Method of reproduction. **Agron. J.**, Madison, v. 47, p. 311-314. 1955.
- BURTON, G.W. 1967 A search for the origin of pensacola Bahiagrass. **Econ. Bot.**, v. 21, p. 379-382. 1967.
- BURTON, G.W. 1990 Grasses: New and improved. p. 174-177. In: JANICK, J; SIMON, J. E. (eds.), **Advances in new crops.** Timber Press: Portland, OR. 1990.
- BURTON, G. W.; GATES, R. N.; GASCHO, G. J. 1997 Response of pensacola bahiagrass to rates of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. **Soil Crop Sci. Soc. Fla Proc.** v. 56, p. 31-35. 1997.

- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v. 56, p. 777-783. 1992.
- CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; COSTA; O.V. Impacto do animal sobre o solo: Compactação e reciclagem de nutrientes. In: PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2001. p.826-837.
- CASTLE M.E.; MACDAID, E. The decomposition of cattle dung and its effect on pasture. **Journal British of Grassland Society.** v.27, p.133-137, 1972.
- CHAMBLISS, C. 2000. **Bahiagrass.** University of Florida. Gainesville, FL. 30 p. UFL SS AGR-36
- CHRISTIANSEN, S., O.C. RUELKE, W.R. OCUMPAUGH, K.H. QUESENBERRY, AND J.E. MOORE. 1988. Seasonal yield and quality of 'Bigalta', 'Redalta' and 'Floralta' limpgrass. **Trop. Ag.** 65:49-55.
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. 1999. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **R. Bras. Ci. Solo.**, v. 23, p. 425-432. 1999.
- CORSI, M. NASCIMENTO, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicadas ao manejo de pastagem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (eds). **Pastagens – Fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-49.
- COSTA, M. J. R. P. da 1988 Padrões de comportamento de defecação e micção de vacas holandesas em lactação. In: IV ENCONTRO ANUAL DE ECOLOGIA, Florianópolis-SC, 1988 p.152.
- CRESPO G Y GONZALEZ A 1983 Cantidad y distribución de las excretas en el pastizal y su influencia en la fertilidad del suelo. **Revista Cubana Ciencias y agricultura**, v. 17, p. 1-11.
- CUOMO, G. J.; BLOUIN, D. C.; CORKEN, D. L.; McCOY, J. E.; WALZ, R. 1996 Plant morphology and forages nutritive value of three Bahiagrasses as affected by harvest frequency. **Agron. J.**, Madison, v. 88, p. 85-89. 1996.
- DENER, J. D.; BRISK, D. D.; BOUTTON, T. W. 1997 Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C4 perennial grasses along an environmental gradient? **Plant and Soil:** v. 149, p. 147-156. 1997.
- DOU, Z. KNOWLTON, K. F.; KOHN, R. A.; WU, Z.; SATTER, L. D.; ZHANG, Z.; TOTH, J. D.; FERGUSON, J. D. 2002 Phosphorus characteristics of dairy feces affected by diets. **J. Environ. Qual.** v. 31, p.2058-2065. 2002.
- DUBEUX JÚNIOR. J. C. B.; SANTOS, H. K., SOLLENBERGER, L. E Ciclagem de nutrientes: perspectivas de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. In: **Fertilidade dos solos para pastagens produtivas Anais 21º. Simpósio sobre manejo da pastagem.** PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2004. p.357- 400.
- DUBEUX Jr., J. C. B. 2005. **Management intensity effects on herbage response in Bahiagrass pastures.** Thesis of Phd. Graduate School of University of Florida. 2005. (in press).
- DUDA, G.P. **Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solo.** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.

158p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.

- DURING, C.; WEEDA, W.C.; DOAFAEFF, F.D. 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. II. Influence of dung and sulphate sorption, pH, cation-exchange capacity, and potassium, magnesium, calcium and nitrogen economy. **N.Z.J. J. Agric. Res.**, v. 16, p. 430-438. 1973.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas** – Princípios e perspectivas. Trad. E. Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, Ed da Universidade de São Paulo, 1975. 341p.
- ESTIVALET, C. N. O. **Efeitos da ceifa, queima e diferimento sobre a disponibilidade e composição botânica de uma pastagem natural**. Porto Alegre, 1997. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- FERREIRA, E.; ROCHA, G. C. da; BRAZ, S. P.; SOARES, J. C; ANDRADE, F. A. A. de. Modelos estatísticos para o estudo da distribuição de excretas de bovinos em pastagens tropicais e sua importância na sustentabilidade desses sistemas. **Livestock Research for Rural Development**, v. 16, p. 9. 2004.
- FISHER, M. J.; RAO, I. M.; AYARZA, M. A.; LASCANO, C. E.; SANZ, J. I. THOMAS, R. J., VERA, R. R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas, **Nature**, v. 371, p. 236-238, 1994.
- FLOATE, M.J.S. 1970 Decomposition of organic materials from hill soils and pasture. II. Comparative studies on the mineralization of carbon, nitrogen and phosphorus from soil. **Soil Biol. Biochem.**, New York, v. 2, p. 173-185, 1970.
- FLOATE, M.J.S., TORRANCE, C.J.W. 1970 Decomposition of organic materials from hill soils and pastures. **J. Sci Food. Agric.**, v. 21, p. 116-120. 1970.
- FLORIDA DEPT. of AG. and CONS. SERVICES 2002. Agricultural Fast Facts. Tallahassee, FL. 6p.
- FOLLET, R.F.; WILKINSON, S.R. Nutrient management of forages. In: **Forages: the science of grassland agriculture**. 1995. p. 55-82.
- FRANCIS, J. K. 1988. **The nutrient pool of five important Bottomland hardwood soils**. Research Note so - 327. United States Department of Agriculture. Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 1988.
- GALLAHER, R. N.; WELDON, C. O.; FUTRAL, J. G. 1975. An aluminum block digester for plant and soil analysis. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, Madison, v. 39, p. 803-806. 1975.
- GATES, N. R.; HILL, G. M.; BURTON, G. W. 1999 Response of selected and unselected Bahiagrass populations to defoliation. **Agron. J.**, Madison, v. 91, p. 787-795. 1999.
- GATES, N. R.; QUARIN, C. L.; PEDREIRA, C. G. S. 2004 Bahiagrass In: MOSER, L. E. (ed) **Warm season (C₄) grasses** monograph. ASA/CSSA, Madison, WI. (in press)
- GIFFORD, R. M.; RODERICK, M. L. 2003 Soil carbon stocks and bulk density: Spatial or cumulative mass coordinates as a basis of expression? **Global Change Biology**, v. 9, p. 1507. 2003.
- GIJSMAN, A.J.; ALARCÓN, H.F.; THOMAS, R.J. 1997 Root decomposition in tropical grasses and legumes, as affected by soil texture and season. **Soil Biology e Biochemistry**, v. 29, p. 1443-1450. 1997.
- GOLDING, E. J.; CARTER, M. F.; MOORE, J. E. 1985 Modification of the neutral detergent fiber procedure for hay. **J. Dairy Sci.**, v. 68, p. 2732-2736. 1985.

- GOMIDE, J.A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: *Simpósio sobre ecossistemas de pastagens*, 1, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p. 237-270.
- GOMIDE, J. A. QUEIROZ, D. S. Valor alimentício das Brachiarias. In: *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 1994, Piracicaba. **Anais..** Piracicaba: FEALQ. 1994. p. 223-248.
- GURTLER H, KETZ H A, KOLB E, SCHRODER L E SEIDEL H 1987 Fisiologia Veterinária. Cap. 10: Fisiologia dos Rins., 4. ed., Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987. p. 306-325.
- HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.
- HADDAD; C.M.; DOMINGUES, J. L.; CASTRO, F.G.F.; MONTEIRO, L. F. Características de produção e valor nutritivo do capim pensacola (*Paspalum notatum* Fluegge var. *saurae* Parodi) em função da idade de corte **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n.3. 1999
- HAMBLETON, L. G. 1977. Semiautomated method for simultaneous determination of phosphorus, calcium and crude protein in animal feeds. **J.A.O.A.C.**, v. 60, p. 845-852. 1977.
- HAYNES, R.J.; P.H. WILLIAMS. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v. 49, p. 119-199. 1993.
- HEALY, W.B. 1968. Ingestion of soil by dairy cows. **N.Z.J. J. Agric. Res.**, v. 11, p. 487-499.
- HENDERSON, M. S.; ROBINSON, D. L. 1982(a) Environmental influences on fiber component concentration of warm season perennial grasses. **Agron. J.**, Madison, v. 74, p. 573-579. 1982(a).
- HENDERSON, M. S.; ROBINSON, D. L. 1982(b) Environmental influences on yield and in vitro true digestibility of warm season perennial grasses and the relations hips to fiber components. **Agron. J.**, Madison, v. 74, p. 943-946. 1982(b).
- HENZELL, E.F. 1977 Nitrogen nutrition of tropical pastures. In: SKERMAN, P.J.Cell. **Tropical forages legumes**. Rome: FAO, 1977. p. 86-96.
- HENZELL, E.F.; ROSS, P. J. The nitrogen cycle of pasture ecosystems. In: G.W. BUTLER e R.W. BAILEY (eds.), **Chemistry and biochemistry of herbage**. London, Academic Press, 1973. v. 2. p. 227-246.
- HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. 2002 Nutrientes no mantilho em pastagem nativa sob distintos manejos. **Ciência rural** v.32 n. 5, p. 841-847. 2002.
- HIRATA, M.; OGURA, S. 2001 The effect of progressive grazing of a pasture on the spatial distribution of herbage mass and utilization by cattle. In: International Grassland Congress (19:2001 - São Pedro), p. 286-287. **Proceedings of the 19th, International Grassland Congress**, Editors: GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R. S.; SILVA, S C da. ed Proceedings. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, 1097p.
- HIRATA, M.; SUGIMOTO, Y.; UENO, M. 1991 Use of a mathematical model to evaluate the effect of dung from grazing animals on pasture production and utilization and animal production. **Grassland Science** (Japan), Tokyo, v. 37, p. 303-323. 1991.
- HUGHES, H. D.; HEATH M. E.; METCALFE, D.S. **Forages. The science of grassland agricultures**. The Iowa State University pree, AMES, Iowa. U.S.A. 1969. 707 p.
- JOHNSON, C. R.; REILING, B. A.; MISLEVY, P.; HALL, M. B. 2001. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. **J. Anim. Sci.**, v. 79, p. 2439-2448. 2001.

- JONES, M. B.; WOODMANSEE, R. G. 1979 Biogeochemical cycling in annual grassland ecosystems. **Bot. Rev.**, New York, v. 45, n. 2, p. 111-144. 1979.
- JONES, C. A. 1985. Temperature. p. 140-149. In C.A. Jones (eds.) **C4 grasses and cereals: Growth, development, and stress response**. John Wiley & Son, New York.
- KAMPRATH, E.J.; TILL, A. R. Sulfur cycling in the tropics. In: G.J. BLAIR e A. R. TILL (eds), **Sulfur in South-East Asian & South Pacific Agriculture**. Armidale: The Sulphur Institute, 1983. p. 1-14.
- KANNO, T.; MACEDO, M.C.; EUCLIDES, V.P.B., BONO, J.A.; SANTOS, J.D.G.; ROCHA, M.C.; BERETTA, L.G.R. 1999 Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian Savannas. **Grassl. Sci.**, v. 45, p. 9-14. 1999.
- KWONG, K.F.N.K; BHOLAH, A.; VOLEY, L.; PYNEE, K. 2002 Nitrogen and phosphorus transport by surface runoff from a silty clay loam soil under sugarcane in the humid tropical environment of Mauritius. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 91, p. 147-157. 2002.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; STEWART, B. A. World soil as a source or sink for radioactively-active gases. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. eds. **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton, CRC Lewis Publishers, 1995. p. 1-7.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima artes e textos. São Carlos 2000 531p.
- LITTLE, D.A. Utilization of minerals. In: J.B. HACKER (ed.), **Nutritional limits to animal production from pastures**. Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux. 1982. p. 259-283.
- LOTERO, J.; WOODHOUSE JÚNIOR, W.W.; PETERSEN, R.G. Local effect on fertility of urine voided by grazing cattle. **Agron. J.**, Madison, v. 58, p. 62-265. 1966.
- LUSTOSA, S. B. C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento da soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto**. Curitiba 1998 (84p). Dissertação de mestrado e Agronomia – Ciências do solo. Setor de Ciências Agrárias. UFPR 1998.
- MacCLUSKY, D. S. Some estimates of the areas of pastures fouled nby the excreta of dairy cows. **J. Brit. Grassl. Soc.**, Aberystwyth, v. 15, p.181-188. 1960.
- MACDIARMID, B. N.; WATKIN B. R. 1972 The cattle dung patch. 3: Distribution and rate of decay of dung patches their influence on grazing behavior. **Journal of the British Grassland Society**, Great Britain, v. 27, p. 48-54. 1972.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; Exigência Nutricionais das plantas forrageiras. In: **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Potafós, 1986. 476p.
- MALHI, S.S.; NYBORG, M.; HARAPIAK, J.T.; HEIER, K.; FLORE, N.A. 1997 Increasing organic C and N in soil under bromegrass with long-term N fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.49, 1997. p. 255-260.
- MANSON, V.C.; KESSANK, P.; ONONIWU, J.C.; NARANG, M.P. 1981. Z. Tierphysiol. Tierernaehrg. Futtermittelkd, v. 45, p. 174-184. 1981.
- MARASCHIN, G. E. A planta forrageira no sistema de produção: grama batatais, forquilha e bahiagrass. In: Peixoto et al. (eds) **A planta forrageira no sistema de produção** Anais do 17º. simpósio sobre manejo de pastagem: a planta forrageira no sistema de produção. Piracicaba, FEALQ, 2000. p. 217- 263.

- MARCHESIN, W. A. **Dinâmica de deposição de fezes em pastagem de *brachiaria brizantha* submetida a intensidades de pastejo** - Dissertação de Mestrado em andamento. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP (2003).
- MARSH, R. CAMPLING, R.C. 1970. *Herb. Abstr.* 40: 123-130.
- MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L. E.; TRITSCHLER II, J.P. 1996 Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures – soil considerations.. In: **Nutrient cycling in forage systems**, March, 1996, Columbia, MO. *Proceedings...* Joost R. E.; Roberts, C. A. ed. Missouri: PPI/FAR, 1996. p. 213-229.
- MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L. E.; NAIR, V.D.; STAPLES, C.R. 1994 Impact of grazing management on soil nitrogen, phosphorus, potassium, and sulfur distribution. **J. Environ. Qual.**, v. 23, p. 1006-1013. 1994.
- MATHEWS, B.W.; TRITSCHLER, J.P.; CARPENTER, J.R.; SOLLENBERGER, L. E. 1999 Soil macronutrient distribution in rotationally stocked kikuyugrass paddocks with short and long grazing periods. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 30, p. 557-571. 1999.
- MATHEWS, B.W.; TRITSCHLER II, J.P.; SOLLENBERGER, L. E. 1997. Rotational stocking and soil nutrient distribution on Hawaiian grasslands. p. 29:119-120. In: BUCHANAN-SMITH, J.G. et al. (eds.) **Proc. Int. Grassl. Congress, 18th**. Winnipeg and Saskatoon, Canada, 1997.
- MAYS, D.A.; WILKINSON, S.R. e COLE, C.V. Phosphorus nutrition of forages. In: F.E. KHASAWNEH, E.C. SAMPLE e E.J. KAMPRATH (eds.) **The role of phosphorus in Agriculture**. American Society of Agronomy, Madison, Wis., 1980. p.805-846.
- MIELNICZUK, J., BAYER, C., VEZZANI, F.M., LOVATO, T., FERNANDES, F.F., DEBARBA, L. 2000 Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: **Tópicos em ciência do solo**, v. 1. Viçosa: Sociedade Brasileira de ciência do solo. 2000
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic press. San Diego C.A. 1990
- MISLEVY, P. 1985. Forage for grazing systems in warm climates. p. 122-129. In: DOWELL, L. R. M. (ed) **Nutrition of grazing ruminants in warm climates.**, Orlando: Academic Press. 289p.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 14, 1989. **Anais...**Jaboticabal.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1997. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luis de Queiroz”, 1997. p. 55-84.
- MOORE, J. E.; MOOT,G. O. 1974 Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. **J. Dairy Sci.**, v. 57, p. 1258-1259. 1974.
- MORAES, A. de; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. (Ed.). **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**. Maringá: Departamento de Zootecnia, CCA/UEM, 1997. p.129-149.
- MORTON, J D 1984 **The spatial distribution of excreta and its contribution to soil fertility**. Under taken while working as a N.R.A.C. Scholar at the Hill Farming Research Organization, Edinburgh from March 1983 to August 1984.
- MORTON, J. D.; BAIRD D. B. 1990 Spatial distribution of dung patches under sheep grazing. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, Wellington, v. 33, p. 285-294. 1990.
- MOTT, G. O. Evaluating forage production. In: HEATH, M. E.; METCALTE, D. S.; BARNES,

- R. F., (Ed). **Forages**. 3 ed. Ames: Iowa State University, 1973, p. 126-35.
- MOTT, G.O. Nutrient recycling in pastures. In: D.A. MAYS (ed.), **Forage fertilization**. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1974. p. 323-339.
- MOTT, G.O; POPENOE, H.E, H.L. Grasslands. In: **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 157-186.
- MUCHOVEJ, R.M., AND J.J. MULLAHEY. 2000. Yield and quality of five bahiagrass cultivars in southwest Florida. **Soil Crop Sci. Soc. Fla Proc.** 59:82-84.
- MULDER, E.G.; LIE, T. A.; WOLDENDRUP, J.W. 1969 **Soil biology reviews of research**. Paris: UNESCO, 1969. p.188-192.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**, v. 27, p. 31–36.
- MYERS, R.J.K.; PALM, C.A.; CUEVAS, E. The synchronization of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**, 1994. p.81-116.
- NELSON, C. J.; VOLONEC, J. J. Environmental and physiological aspects of forage management. In: R. F. BARNES, D.A. MILLER, C. J. NELSON (eds) **Forages: An introduction to grassland agriculture**. Iowa University Press, Ames, 1995. p.55.
- NEWBOULD, P. Principles of nutrient cycling. In: FRISSEL, M.J., ed. **Cycling of mineral nutrients in agricultural ecosystems**. s. l., s. e., 1978 s. p.
- NEWMAN, E. I.; EASON, W.R. 1989 Cycling of nutrients from dying roots to living plants, including the role of mycorrhizas. **Plant and soil**, v. 115, p. 211-215. 1989.
- NORRMANN, G. A.; QUARÍN, C. L.; BURSON, B. L. 1989 Cytogenetics and reproductive behaviour of different chromosome races in six *Paspalum* species. **J. Hered.**, v. 80, p. 24–28. 1989.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. 1999. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Vicosa: UFV, DPS, 1999, 399p.
- OADES, J. M. An introduction on organic matter in mineral soils In: DIXON, J.B., E WEED, S.B. eds. **Minerals in soil environments**. Madison, Soil science Society of America, 1989. p. 89-160. (Book series, 1).
- ODUM, E. P. 1969 The strategy of ecosystem development. **Science**, Washington, v. 164, p. 262-270. 1969.
- ODUM, E. P. **Basic Ecology**. Saunders college publishing. 1983. 613p.
- O'HALLORAN, I.P. Total and organic phosphorus. In M.R. Carter (ed.) **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p. 213-229.
- OLSEN, S.R.; WATANABE, F.S. 1970. Diffuse supply of phosphorus in relation to soil textural variations. **Soil Sci.**, v. 110, p. 318-37. 1970.
- ORTIZ, J. P. A.; PESSINO, S. C.; BHAT, V.; HAYWARD, M. D.; QUARÍN, C. L. 2001 A Genetic Linkage Map of Diploid *Paspalum notatum*. **Crop Science**, v. 41, p. 823-830. 2001
- PARFITT, R. L.; THENG, B.K.G.; WHITTON, J.S.; SHERPHERD, T. G. 1997 Effect of clay minerals and land use on organic matter pools. **Geoderma**, v. 75, p. 1-12. 1997.
- PARMA, H. 1975 Model for decomposition of organic material by microorganism. **Soil biology and Biochemistry**, v. 7, p. 161-169. 1975.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. California: Academic Press, 1996. 340p.

- PERROT, K. W.; SARATHCHANDRA, S.U. 1989 Phosphorus in the microbial biomass of new Zealand soils under established pasture. **N.Z.J. J. Agric. Res.**, v. 32, p. 409-413. 1989.
- PETERSEN, R. G.; LUCAS, H. L.; WOODHOUSE JUNIOR W. W. 1956 The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility. I. Excretal distribution. **Agron. J.**, Madison, v. 48, p. 440-444. 1956.
- PETERSEN, R.G.; WOODHOUSE, W.W.; LUCAS, H. L. The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility. II. Effect of Returned Excreta on the Residual Concentration of some Fertilizer elements. **Agron. J.**, Madison, v. 48, p. 444-449. 1956.
- POZZOBON, M.T.; VALLS, J.F.M. 1997 Chromosome number in germplasm accessions of *Paspalum notatum* (Gramineae) **Braz. J. Genet.**, Ribeirão preto, v. 20, n. 1. 1997
- PRATES, E. R.; CHAPMAMJr, H. L.; HODGES, E. M.; MOORE, J. E. 1975. Animal performance by steers grazing pensacola Bahiagrass pastures in relation to forage production, forage composition, and estimated intake. **Soil Crop Sci. Soc. Fla Proc.**, v. 34, p. 152-155.1975.
- PULLEMAN, M.M.; BOUMA, J.; VAN ESSEN, E.A.; MEIJLES, E.W. 2000 Soil organic matter as a function of different land use history. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v. 64, p.689-693. 2000.
- QUARÍN, C.L. 1992 The nature of apomixis and its origin in Panicoid grasses. **Apomixis News** v. 5, p. 8–15. 1992.
- RAIJ, B.V.1991. **Fertilidade do solo e adubação**, Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.
- RIASI, E. L.; TIAN, G.; KANG, B. T.; OPUWARIBU, E. E. Root decomposition, nitrogen release and effects on maize performance. In: **Carbon and Nutrient dynamics in Natural and Agricultural tropical ecosystems**. BERGSTRÖM L. E KIRCHMANN, H eds. 1988. p. 129-138.
- ROCHA, G. L. da **Ecosistemas de pastagens: Aspectos dinâmicos**. p. 145. Piracicaba: FEALQ, 1991. 391p. ROWARTH, J.S.; GILLINGHAM, A.G.; TILLMAN, R.W.; SYERS, J.K. Release of phosphorus from sheep faeces on grazed, hill country pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.28, p. 497-504, 1985.
- RODRIGUES,C.R. **Reciclagem de nutrientes em pastagens**. Disponível em: <http://www.fzea.usp.br/braquiaraonelore/art_reciclagem_de_nutr_pastagem.htm> Acesso em 24 out. 2004.
- ROWARTH, J.S.; GILLINGHAM, A.G.; TILLMAN, R.W.; SYERS, J.K. Release of phosphorus from sheep faeces on grazed, hill country pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.28, p. 497-504, 1985.
- ROWARTH, J.S; TILLMAN, R.W.; GILLINGHAM, A.G.; GREGG, P.E.H. Phosphorus balances in grazed, hill-country pastures: the effect of slope and fertiliser input. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.35, p. 337-342. 1992.
- RUELK, O. C.; PRINE, G. M. 1971 Performance of six hybrid bermudagrass, pangola digitgrass, and pensacola bahiagrass at three fertility levels in North Central Florida. **Soil Crop Sci. Soc. Fla Proc.**, v. 31, p. 67-71. 1971.
- RUSLAND, G. A.; SOLLENBERGER, L. E.; ALBRECHT, K. A.; JONES, C. S.; CROWDER, L. V. 1988 Animal performance on limpograss-aeschynomene and nitrogen-fertilized limpograss pastures. **Agronomy J.**, Madison, v. 80, p. 957-962. 1988.
- RUSSELL, J.S. In: RUSSELL, J.S., ISBELL, R.F. eds. **Australian soils: The humam Impact.** Queensland, 1986. p. 374-396

- RUSSELLE, M.P. Nitrogen cycle in pasture systems. In Joost, R.E. and Roberts, C.A. (eds.). **Nutrient cycling in forage systems**. University of Missouri, Columbia, MO. 1996. p.125-166.
- RUSSELLE, M.P. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.235-266.
- SAUNDERS W M H 1984 Mineral composition of soil and pasture from areas of grazed paddocks, affected and unaffected by dung and urine. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, Wellington, v. 27, p. 405-412.1984.
- SILVA, J. E.; RESDECK, D. V. S.; CORAZZA, E. J.; VILELEA, L.; BARCELLOS, A. Carbon storage under introduced pastures in a clayey oxisol in the cerrado region. In: **Annual Meeting of American Society of Agronomy**. Agronomy Abstracts. Madison, ASA/CRSSA/SSSA, 1997. 303p.
- SIMPSON, J.; STOBBS, T. H. 1979 Nitrogen supply and animal production from pastures. In: MORLEY F.H.W (ed). **Grazing Animal World Animal Science**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publications, 1979, p. 261-287. Chapter 14.
- SIMPSON, J.R. 1987. In: WHEELER, J.L., PEARSON,MC.J., ROBARDS, G.E. **Temperate pastures: Their production, use and management** Camberra: AWC/CSIRO, 1987, p.143-154.
- SMITH, L. M. 1973. **Alternative Sources of protein for Animal Production**. National Academy of Sciences, Washington. p. 147-173
- SOLLENBERGER, L. E.; JONES JUNIOR, C. S. 1989 Beef production from nitrogen-fertilized Mott dwarf elephantgrass and pensacola Bahiagrass pastures. **Trop. Grassl.**, v. 23, p. 129-134. 1989.
- SOLLENBERGER, L. E.; OCUMPAUGH, W. R.; EUCLIDES, V. P. B.; MOORE, J. E.; QUESENBERRY, K. H.; JONES, C.S. 1988 Animal performance on continuously stocked "pensacola" Bahiagrass and "Floralta" limpograss pastures. **J. Prod. Agric.**, v. 1, p. 216-220. 1988.
- SOLLENBERGER, L. E.; RUSLAND, G. A.; JONES, C. S.; ALBRECHT, K. A.; GIEGER, K. L. 1989 Animal and forage responses on rotational grazed "Floralta" limpograss and "pensacola" Bahiagrass pastures. **Agron. J.**, Madison, v. 81, p. 760-764. 1989.
- SOLLENBERGER, L. E. 2001 **Tropical legume and grass characteristics**. AGR6233. University of Florida. 2001.
- SOLLENBERGER, L.E.; DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; MATHEWS, B.W. Nutrient Cycling in Tropical Pasture Ecosystems. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais de palestras...** Recife: SBZ, 2002. p.151-179.
- SPAIN, J. M.; SALIANS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: Simpósio sobre Reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos, Ilhéus, BA., 1984. **Anais....** Ilhéus, CEPLAC, 1985. p. 259-299.
- SPARLING, G.; VOJVODIC-VUKOVIC, M; SCHIPPER, L.A. 1998 Hot-water-soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. **Soil biology Biochemistry**, Oxford, v. 30, p. 1469-1472. 1998.
- SPEEDING, C.R.W. **Grassland Ecology**. London: Oxford, 1971. 221p.
- STANLEY, R. L.; BEATY, E. R; POWEWLL, J. D. 1977. Forage yield and percent cell wall constituents of pensacola Bahiagrass as related to N fertilization and clipping height. **Agron. J.**, Madison, v. 69, p. 501-504. 1977.

- STEWART JUNIOR, R. L. 2003. Management intensity effects on animal performance and herbage response in Bahiagrass pastures. Thesis of mastering. Graduate School University of Florida. 2003.
- SWIFT M.J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Blackwell. Oxford. 1979.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant Physiology. Second edition. Courier Companies, Inc. 1998.792 pg.
- TATE, K.R.; PEIR, T.W.; ROSS, D.J.; PARFFITT, R.L.; WHALE, K.N.; COWLING, J.C. 1991. Temporal variation in some plant and soil P estoque in two pastures soils of widely different P fertility status. **Plant Soil**, v. 132, p. 219-232. 1991.
- THIEN, S.J; MYERS, R. Determination of bioavailable phosphorus. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.56, p. 814-818. 1992.
- THOM, W.O., H.B. RICE, M. COLLINS, AND R.M. MORRISON. 1990. Effect of applied fertilizer on Tifton 44 bermudagrass. **J. Prod. Agric.** 3:498-501.
- THOMAS, R.J. 1992. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass For. Sci.**, v. 47, p. 133-142. 1992.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 10, p. 1351-1361. 1993.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 1963 A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crop. **J. of Brit. Grassl. Soc.** v. 18, n. 2, p.104-111. 1963.
- TILL, A.R.; MAY, P. F. 1970 Nutrient cycling in grazed pastures. II. Further observations with (³⁵S) Gypsum. **Aust.J.Agr.Res.**, Melbourne, v. 21, p. 253-260. 1970.
- TILL, A.R.; MAY, P. F.; Mc DONALD, I. W. The use of tracer techniques to study the sulfur cycle in grazed pastures. Reprinted from: **Symposium, Sulfur in Nutrition**. Avi publishing Co. Westport, Conn. p.182-195, 1970.
- TINKER, P.B.; NYE, P.H. **Solute movement in the rhizosphere**. New York: Oxford University Press, 2000. 444 p.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4 ed. New York: Macmillan Pub. Co., 1985. 754 p.
- TRACY, B. F.; FRANK, D. A. 1998 Herbivore influence on soil microbial biomass and nitrogen mineralization in northern grassland ecosystem: Yellowstone National Park. **Oecologia**, v. 114, p. 556-562. 1998.
- TWIDWELL, E.; PITMAM, W. D.; CUOMO, G. J. 1998. **Bahiagrass production and management**. LSU publication # 2697.
- URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; GILLER, K.E. 1998. Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen. **Soil Biol. and Biochemistry**, v. 30, n. 14, p. 2099-2106. 1998.
- U.S. CENSUS BUREAU. 2002. **State and county quickfacts: Florida**. Disponível em : <http://quickfacts.census.gov> acesso em 24 maio de 2003.
- USEPA – U. S. ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY **Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, March, EPA-200**. Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, OH. 1983.
- UTLEY, P R, H.D. CHAPMAN, W.G. MONSON, W.H. MERCHANT ,AND W.C. MCCORMICK. 1974. Coastcross-I bermuda grass, Coastal bermuda grass and Pensacola bahiagrass as summer pasture for steers. **J. Anim. Sci.** 38: 490-495.

- VALLS, J.F.M.; POZZOBON, M.T. 1987 Variação apresentada pelos principais grupos taxonômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil. In: **Encontro Internacional sobre Melhoramento Genético de Paspalum (Anais)**. Nova Odessa, SP, pp. 15-21.
- VELEZ-SANTIAGO, J., AND J.A. ARROYO-AGUILU. 1983. Nitrogen fertilization and cutting frequency, yield and chemical composition of five tropical grasses. **J. Agric. Univ. Puerto Rico** 67:61-69.
- WAGNER, G.H.; WOLF, D.C. Carbon Transformations and Soil Organic Matter Formation. In: **Principles and Applications of Soil Microbiology**. SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (eds) NJ: Prentice-Hall, 1999. p.218-258.
- WALTER, P.J.; CHALK, S.; KINGSTON, H. M. 1997. Overview of microwave-assisted sample preparation. p. 55–22. In: KINGSTON, H.M.; HASWELL, S.J (ed.) **Microwave enhanced chemistry: Fundamentals, sample preparation and applications**. Am. Chem. Soc., Washington, DC. 1997.
- WEDIN, D.A. Nutrient Cycling in Grasslands: An Ecologist's Perspective. In: JOOST, R.E.; ROBERTS, C.A. (eds.). **Nutrient cycling in forage systems**. Columbia: University of Missouri, 1996. p. 29-44.
- WEEDA, W.C. 1977 Effect of cattle dung patches on soil tests and botanical and chemical composition of herbage. **N.Z.J. J. Agric. Res.**, v. 20, p. 471-478. 1977.
- WHITE, S. L.; WASHBURN, S. P.; KING, L. D.; SHEFFIELD, R. E.; GREEN JUNIOR, J. T. 2001 Spatial and time distribution of dairy cattle manure en an intensive pasture system. In: International Grassland Congress (19:2001 - São Pedro), pg. 340-341. **Proceedings of the 19th, International Grassland Congress**, GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R. S.; SILVA, S. C. da. (eds) Proceedings, Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, 1097p.
- WHITEHEAD, D.C. **The role of nitrogen in grassland productivity**. Bulletin n.48. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, Bucks, UK. 1970.
- 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, 1973. v. 2, p. 247-315.
- WILSON, J.R.; MINSON, D.J. 1980 Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. **Trop. Grassl.**, v. 14, p. 253-259. 1980.
- WILSON, J.R. 1983. Effects of water stress on herbage quality. p. 470-472. In J.A. Smith and V.W. Hays (eds.) **Proc. Int. Grassl Cong, 14th** .15-24 June 1981, Lexington, KY
- YADAVA, P.S; THODAN, N.S. *Litter* decomposition and nutrients release during decomposition in a humid grassland of Northeastern India. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18**. 1997, Canada. Proceedings...Canada, 1997. v. 2, p. 20-24.
- YOUNGER, V. B. **Physiology of defoliation and regrowth**. In: YOUNGER, V. B.; McKEL, C. M. ed. New York: Academic Press, 1972. p. 292-303.

ANEXOS

ANEXO 1 – Análise de solo da área experimental, por camada, no início e ao final de cada uma das três estações de pastejo (2001, 2002 e 2003).

TRATAMENTO	Camada	JUNHO 2001						OUTUBRO 2001					
	Solo	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg
	cm	mg/kg solo						mg/kg solo					
Não intensivo	0-9	11.30	3.00	14.30	19.55	65.15	120.80	5.98	2.66	8.64	11.80	46.50	127.00
	9-27	3.90	0.50	4.40	17.20	27.95	56.70	4.20	0.36	4.55	17.90	28.60	49.05
Moderadamente intensivo	0-9	4.20	2.20	6.40	10.10	43.80	141.20	12.37	1.01	13.38	6.90	51.95	151.60
	9-27	2.90	0.30	3.20	4.65	20.20	48.00	8.22	0.39	8.61	5.05	13.35	58.15
Altamente intensivo	0-9	11.10	0.80	11.90	10.85	55.35	113.60	7.19	7.76	14.94	5.45	40.90	122.60
	9-27	3.70	0.10	3.80	4.80	21.70	40.30	2.31	0.42	2.74	2.25	13.15	41.40
Rotacionado	0-9	12.40	0.50	12.90	6.65	41.30	63.65	2.08	1.73	3.81	3.00	35.10	32.60
	9-27	2.70	0.10	2.80	4.00	20.60	28.20	1.94	0.28	2.21	1.60	14.45	20.75
TRATAMENTO	Camada	MAIO 2002						OUTUBRO 2002					
	Solo	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg
	cm	mg/kg solo						mg/kg solo					
Não intensivo	0-9	0.72	0.00	0.72	19.64	37.08	125.24	10.46	2.58	13.04	18.48	72.10	169.56
	9-27	0.72	0.00	0.72	20.02	22.29	71.44	3.08	2.35	5.43	15.20	22.33	54.54
Moderadamente intensivo	0-9	3.17	0.00	3.17	8.77	23.82	127.74	12.00	1.05	13.05	15.39	47.24	139.96
	9-27	0.72	0.00	0.72	7.26	13.71	62.10	3.36	0.84	4.20	9.51	15.49	45.12
Altamente intensivo	0-9	4.87	1.06	5.92	12.36	53.66	119.50	14.46	9.94	24.41	10.98	79.58	145.78
	9-27	3.48	0.00	3.48	5.85	14.28	51.22	3.00	0.81	3.81	4.76	24.20	46.74
Rotacionado	0-9	4.92	0.00	4.92	8.30	33.20	49.84	3.10	3.01	6.12	4.51	35.83	53.34
	9-27	1.99	0.00	1.99	6.33	27.70	32.80	2.33	2.50	4.82	2.92	19.06	26.04
TRATAMENTO	Camada	MAIO 2003						OUTUBRO 2003					
	Solo	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg	NH4-N	NO3-N	N Total	P	K	Mg
	cm	mg/kg solo						mg/kg solo					
Não intensivo	0-9	3.86	7.28	11.14	22.82	82.14	182.12	2.85	1.14	3.99	17.93	60.20	146.18
	9-27	1.41	1.79	3.20	19.78	28.59	66.38	2.30	2.53	4.84	18.85	31.50	58.82
Moderadamente intensivo	0-9	7.19	15.48	22.67	16.68	51.42	170.28	5.53	2.17	7.70	11.53	49.92	141.58
	9-27	1.53	1.25	2.78	8.68	14.20	44.84	1.64	0.46	2.10	7.67	18.67	52.16
Altamente intensivo	0-9	17.65	9.59	27.25	12.98	68.64	194.00	11.92	4.42	16.35	8.90	119.94	167.74
	9-27	1.93	2.82	4.75	2.52	11.05	38.88	0.81	1.11	1.92	5.13	30.92	54.02
Rotacionado	0-9	5.45	15.31	20.76	6.81	47.26	64.48	2.02	4.76	6.78	4.21	54.00	46.18
	9-27	2.69	3.17	5.86	3.18	17.48	21.78	0.93	0.69	1.61	8.48	110.72	94.05

ANEXO 2 - Partição da biomassa (kg ha^{-1}) em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados do início da estação de pastejo (junho de 2003).

Tratamento	Folha+colmo kg ha^{-1}	Raiz+rizoma* kg ha^{-1}	Serrapilheira kg ha^{-1}	Relação raiz/parte aérea
Baixo	1870	22650	3083	12,6
Moderado	1773	18671	2649	10,5
Alto	3608	20729	3130	5,8
Rotacionado	3524	24258	2493	7,6
Teste F	3,39	0,96	2,64	1,56
Nível signif.	0,13	0,49	0,19	0,33

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 3 - Partição da biomassa (kg ha^{-1}) em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados de meados da estação de pastejo (agosto de 2003).

Tratamento	Folha+colmo kg ha^{-1}	Raiz+rizoma* kg ha^{-1}	Serrapilheira kg ha^{-1}	Relação raiz/parte aérea
Baixo	2098	14904	2576	7,1
Moderado	1854	11616	3109	6,2
Alto	2561	13070	2987	5,1
Rotacionado	3370	15240	3036	4,5
Teste F	3,37	0,74	0,33	3,90
Nível signif.	0,14	0,58	0,80	0,11

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 4 - Partição da biomassa (kg ha^{-1}) em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados do final da estação de pastejo (outubro de 2003).

Tratamento	Folha+colmo kg ha^{-1}	Raiz+rizoma* kg ha^{-1}	Serrapilheira kg ha^{-1}	Relação raiz/parte aérea
Baixo	1711	14732	1868	8,8
Moderado	2201	13475	2316	6,1
Alto	2133	14018	3152	6,5
Rotacionado	2722	12438	2438	4,6
Teste F	4,87	0,27	1,32	2,93
Nível signif.	0,80	0,84	0,38	0,16

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 5 - Distribuição de nutrientes (N, C, P e K) no sistema solo-planta-animal, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados do início da estação de pastejo (junho de 2003).

COMPARTIMENTO	TRATAMENTO	kg ha ⁻¹			
		N	C	P	K
Folha +Colmo	Baixo	22,3	809,1	4,3	62,9
	Moderado	21,0	741,0	4,4	61,8
	Alto	50,3	1523,7	8,5	149,2
	Rotacionado	44,5	1388,8	9,5	145,8
	Teste F	6,79	2,11	2,74	2,49
	Nível signif.	0,05	0,24	0,18	0,20
Raiz+rizoma*	Baixo	117,6	8059,5	228,0	198,4
	Moderado	112,0	6836,9	199,7	186,1
	Alto	291,5	7925,4	252,3	136,8
	Rotacionado	275,7	9534,8	273,4	237,9
	Teste F	25,82	0,75	2,87	0,25
	Nível signif.	0,01	0,58	0,17	0,86
Serrapilheira	Baixo	37,7	1159,6	4,3	10,0
	Moderado	31,5	836,7	3,7	6,7
	Alto	54,3	1247,4	5,4	13,5
	Rotacionado	41,7	971,8	4,3	10,7
	Teste F	4,73	1,59	1,23	5,68
	Nível signif.	0,08	0,33	0,41	0,06
Solo 0-5cm profundidade	Baixo	1261,6	20984,0	132,9	93,0
	Moderado	1173,5	17568,1	61,1	51,5
	Alto	1404,2	22039,5	85,5	62,6
	Rotacionado	1085,6	17155,5	65,9	45,0
	Teste F	0,12	0,15	5,66	1,72
	Nível signif.	0,95	0,92	0,06	0,30
Solo 5-10cm profundidade	Baixo	642,0	12755,3	66,1	30,4
	Moderado	405,3	6255,7	31,7	20,6
	Alto	513,5	11133,5	33,0	17,8
	Rotacionado	375,0	7820,8	23,6	11,0
	Teste F	2,56	1,92	3,10	4,98
	Nível signif.	0,19	0,27	0,15	0,08
Solo 10-15cm profundidade	Baixo	435,2	9425,1	57,6	15,8
	Moderado	336,2	6348,3	29,1	15,5
	Alto	346,0	8082,6	19,9	9,1
	Rotacionado	318,9	5950,2	27,5	8,3
	Teste F	2,34	1,57	1,55	2,78
	Nível signif.	0,21	0,33	0,33	0,17
Fezes Bovina**			%		
	Baixo	1,8	47,0	0,6	1,1
	Moderado	1,7	43,6	0,6	2,0
	Alto	1,8	43,9	0,7	1,5
	Rotacionado	1,1	40,5	0,5	1,0
	Teste F	2,72	10,45	0,45	0,38
Fezes Bovina***			g dia ⁻¹ ha ⁻¹		
	Baixo	137,2	3522,4	45,6	83,2
	Moderado	252,4	6544,2	96,4	300,8
	Alto	414,8	9887,0	162,3	332,4
	Rotacionado	236,6	9119,5	123,0	222,0
	Teste F	5,10	328,65	4,24	0,55
Nível signif.	0,07	0,01	0,09	0,67	

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

** Em % da matéria seca.

*** Em g dia⁻¹ ha⁻¹.

ANEXO 6 - Distribuição de nutrientes (N, C, P e K) no sistema solo-planta-animal, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados de meados da estação de pastejo (agosto de 2003).

COMPARTIMENTO	TRATAMENTO	N	C	P	K
		kg ha ⁻¹			
Folha +Colmo	Baixo	18,1	783,3	5,0	37,0
	Moderado	24,6	756,6	4,6	51,7
	Alto	39,4	1040,5	6,5	93,9
	Rotacionado	59,2	1354,1	8,3	132,0
	Teste F	10,89	3,95	5,01	10,72
	Nível signif.	0,02	0,11	0,08	0,02
Raiz+rizoma*	Baixo	65,8	4243,3	118,7	101,3
	Moderado	110,3	4536,4	120,0	98,9
	Alto	199,0	4850,5	147,1	108,5
	Rotacionado	270,3	5884,6	159,4	88,5
	Teste F	5,47	0,54	0,47	0,11
	Nível signif.	0,07	0,68	0,72	0,95
Serrapilheira	Baixo	25,9	942,1	3,3	12,1
	Moderado	37,9	1061,0	3,9	16,8
	Alto	42,3	796,5	4,5	18,3
	Rotacionado	48,8	1159,9	5,1	22,9
	Teste F	1,46	0,67	0,84	1,42
	Nível signif.	0,35	0,62	0,54	0,36
Solo 0-5cm profundidade	Baixo	1470,9	23500,0	102,8	62,0
	Moderado	598,4	30489,5	62,7	40,4
	Alto	1383,2	21567,2	74,7	78,5
	Rotacionado	697,8	11695,4	53,4	49,6
	Teste F	2,96	0,42	1,81	0,88
	Nível signif.	0,16	0,75	0,29	0,52
Solo 5-10cm profundidade	Baixo	510,8	10219,3	64,9	26,8
	Moderado	1252,5	30398,2	38,6	18,9
	Alto	362,2	7554,3	31,2	24,8
	Rotacionado	380,6	7150,7	28,0	22,7
	Teste F	0,72	0,75	3,07	0,65
	Nível signif.	0,59	0,58	0,15	0,62
Solo 10-15cm profundidade	Baixo	321,7	6358,3	52,5	18,5
	Moderado	1119,1	18286,5	35,8	13,1
	Alto	634,9	9978,2	21,0	11,2
	Rotacionado	2305,4	61317,6	20,7	18,3
	Teste F	3,41	9,37	1,19	2,28
	Nível signif.	0,13	0,03	0,42	0,22
Fezes Bovina**	%				
	Baixo	2,0	46,5	0,6	2,1
	Moderado	1,9	42,5	0,7	1,5
	Alto	1,8	45,6	0,7	2,0
	Rotacionado	2,1	44,5	0,7	2,1
	Teste F	0,58	3,90	0,31	0,18
Fezes Bovina***	g dia ⁻¹ ha ⁻¹				
	Baixo	153,6	3487,3	43,2	157,8
	Moderado	284,2	6375,9	102,6	220,1
	Alto	409,9	10254,6	152,6	460,7
	Rotacionado	480,4	10003,1	157,7	476,8
	Teste F	20,56	877,13	13,99	2,41
Nível signif.	0,01	0,01	0,01	0,20	

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

** Em % da matéria seca.

*** Em g dia⁻¹ ha⁻¹.

ANEXO 7 - Distribuição de nutrientes (N, C, P e K) no sistema solo-planta-animal, em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida. Dados do final da estação de pastejo (outubro de 2003).

COMPARTIMENTO	TRATAMENTO	kg ha ⁻¹			
		N	C	P	K
Folha +Colmo	Baixo	15,3	707,6	4,0	25,1
	Moderado	23,3	832,1	4,8	57,5
	Alto	36,6	818,4	5,4	69,6
	Rotacionado	41,8	1134,6	7,6	92,7
	Teste F	6,14	5,71	2,30	11,74
	Nível signif.	0,06	0,06	0,22	0,02
Raiz+rizoma*	Baixo	69,6	5794,7	128,6	102,5
	Moderado	101,9	4943,9	125,7	129,2
	Alto	234,0	5531,5	173,7	141,9
	Rotacionado	195,4	4381,3	142,0	75,8
	Teste F	14,05	0,69	0,92	2,11
	Nível signif.	0,01	0,60	0,51	0,24
Serrapilheira	Baixo	18,1	724,1	2,4	7,7
	Moderado	26,2	894,6	2,6	9,7
	Alto	51,5	1057,7	4,6	17,3
	Rotacionado	44,9	744,3	4,1	13,3
	Teste F	4,80	0,76	5,89	2,86
	Nível signif.	0,08	0,57	0,06	0,17
Solo 0-5cm profundidade	Baixo	1277,2	29449,8	112,6	63,7
	Moderado	865,5	12900,0	80,5	45,8
	Alto	1316,9	19001,2	60,8	34,3
	Rotacionado	1403,9	16190,0	47,9	50,9
	Teste F	0,18	0,32	8,47	0,73
	Nível signif.	0,90	0,81	0,03	0,59
Solo 5-10cm profundidade	Baixo	646,3	12797,6	64,7	27,3
	Moderado	454,3	7491,2	51,4	18,0
	Alto	529,6	10010,1	27,9	20,5
	Rotacionado	405,9	6672,0	25,0	31,9
	Teste F	0,89	0,57	1,40	1,71
	Nível signif.	0,52	0,66	0,37	0,30
Solo 10-15cm profundidade	Baixo	457,8	10048,8	43,1	16,0
	Moderado	259,5	4700,8	33,4	14,2
	Alto	351,2	7145,0	19,0	15,1
	Rotacionado	327,1	5689,5	20,9	23,7
	Teste F	1,08	0,65	0,99	0,89
	Nível signif.	0,45	0,62	0,48	0,52
Fezes Bovina**			%		
	Baixo	1,8	44,5	0,6	0,6
	Moderado	1,1	39,2	0,6	1,7
	Alto	2,0	44,6	0,6	1,4
	Rotacionado	1,9	45,6	0,7	1,8
	Teste F	1,86	1,25	0,12	2,05
Nível signif.	0,28	0,40	0,94	0,25	
Fezes Bovina***			g dia ⁻¹ ha ⁻¹		
	Baixo	137,0	3337,6	46,9	46,4
	Moderado	161,9	5880,8	94,8	260,7
	Alto	455,0	10046,0	124,8	310,9
	Rotacionado	434,4	10251,6	151,3	412,0
	Teste F	14,55	73,27	6,41	6,51
Nível signif.	0,01	0,01	0,05	0,05	

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

** Em % da matéria seca.

*** Em g dia⁻¹ha⁻¹.

ANEXO 8 – Quantidades médias diárias de nutrientes retornadas via fezes por dia de pastejo em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida.

Tratamento	Nitrogênio g dia ⁻¹ ha ⁻¹	Carbono g dia ⁻¹ ha ⁻¹	Fósforo g dia ⁻¹ ha ⁻¹	Potássio g dia ⁻¹ ha ⁻¹
Baixo	142,6	3449,1	45,2	95,8
Moderado	232,8	6267,0	97,9	260,5
Alto	426,6	10062,6	146,6	368,0
Rotacionado	383,8	9791,4	144,0	370,3
Teste F	15,98	330,19	23,51	4,85
Nível signif.	0,01	0,01	0,01	0,01

ANEXO 9 – Retorno total de nutrientes via fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, por estação de pastejo.

Tratamento	Nitrogênio kg ha ⁻¹	Carbono kg ha ⁻¹	Fósforo kg ha ⁻¹	Potássio kg ha ⁻¹
Baixo	24,1	582,9	7,6	16,2
Moderado	39,3	1059,1	16,5	44,0
Alto	72,1	1700,6	24,8	62,2
Rotacionado	16,1	411,2	6,0	15,5
Teste F	54,25	665,41	50,52	7,09
Nível signif.	0,01	0,01	0,01	0,01

ANEXO 10 – Relação C/N no solo, raiz+rizoma*, folha+colmo, serrapilheira, e fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, no início (junho 2003) da estação de pastejo.

Tratamento	Solo			Raiz + rizoma*	Folha + colmo	Serrapilheira	Fezes
	0-5cm profund	5-10cm profund	10-15cm profund				
Baixo	16,3	19,7	21,5	67,8	36,2	31,4	25,7
Moderado	15,6	15,5	18,7	61,1	32,9	26,2	26,0
Alto	15,6	21,3	23,9	27,4	30,3	22,9	24,2
Rotacionado	15,7	21,0	18,7	35,1	30,1	23,4	44,8
Teste F	0,14	3,05	0,68	21,31	1,40	1,13	1,41
Nível signif.	0,93	0,15	0,61	0,01	0,37	0,44	0,36

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 11 – Relação C/N no solo, raiz+rizoma*, folha+colmo, serrapilheira, e fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, em meados da estação de pastejo (agosto 2003).

Tratamento	Solo			Raiz + rizoma*	Folha + colmo	Serrapilheira	Fezes
	0-5cm profund	5-10cm profund	10-15cm profund				
Baixo	15,6	20,0	19,7	64,1	44,2	36,4	22,7
Moderado	50,8	21,7	15,8	45,4	31,5	28,8	23,0
Alto	15,3	21,1	16,2	24,6	26,1	18,6	22,9
Rotacionado	17,0	18,7	26,5	21,9	22,9	23,9	21,0
Teste F	0,95	0,29	6,94	14,80	5,52	7,20	0,18
Nível signif.	0,50	0,83	0,05	0,01	0,07	0,04	0,90

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 12 – Relação C/N no solo, raiz+rizoma*, folha+colmo, serrapilheira, e fezes em resposta a diferentes intensidades de manejo numa pastagem de Bahiagrass cv. pensacola no Centro-Norte da Flórida, no final (outubro 2003) da estação de pastejo.

Tratamento	Solo			Raiz + rizoma*	Folha + colmo	Serrapilheira	Fezes
	0-5cm profund	5-10cm profund	10-15cm profund				
Baixo	23,0	19,0	20,8	82,5	46,9	39,9	24,9
Moderado	14,5	16,6	17,9	49,4	37,8	34,8	46,0
Alto	14,3	17,7	19,0	24,2	23,3	20,5	22,1
Rotacionado	12,0	16,5	17,6	22,8	27,4	16,8	23,7
Teste F	7,02	0,13	0,15	25,28	3,58	97,16	1,37
Nível signif.	0,05	0,94	0,93	0,01	0,12	0,01	0,37

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 13 – Fibra em detergente neutro (FDN) das frações raiz+rizoma*, folha+colmo, e serrapilheira de uma pastagem de Bahiagrass cv. pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida. Dados do início (junho 2003) meio (agosto 2003) e final (outubro 2003) da estação de pastejo.

Tratamento	FDN (%)								
	Raiz + rizoma*			Folha + colmo			Serrapilheira		
	junho 2003	agosto 2003	outubro 2003	junho 2003	agosto 2003	outubro 2003	junho 2003	agosto 2003	outubro 2003
Baixo	76,8	80,3	78,6	72,8	80,8	80,1	74,9	80,3	81,1
Moderado	75,9	78,3	77,1	78,1	81,8	82,6	79,3	81,5	79,6
Alto	78,6	77,4	74,1	86,3	79,4	79,3	76,9	80,9	79,2
Rotacionado	77,7	78,7	78,6	73,4	80,7	79,7	75,3	80,6	79,1
Teste F	4,89	0,81	2,22	0,54	0,19	0,63	1,40	0,14	0,36
Nível signif.	0,08	0,55	0,23	0,68	0,90	0,63	0,36	0,93	0,79

*Dados coletados a 20 cm de profundidade.

ANEXO 14 – Digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO) da fração folha+colmo da pastagem de Bahiagrass cv. pensacola em resposta a diferentes intensidades de manejo, no Centro-Norte da Flórida. Dados do início (junho 2003) meio (agosto 2003) e final (outubro 2003) da estação de pastejo.

Tratamento	DIVMO Folha+colmo (%)		
	junho 2003	agosto 2003	outubro 2003
Baixo	55,6	46,3	45,9
Moderado	52,7	49,8	47,5
Alto	52,4	49,7	49,0
Rotacionado	53,5	52,0	48,5
Teste F	0,90	0,55	0,21
Nível signif.	0,51	0,68	0,89

ANEXO 15 - Análise estatística: Médias e níveis de significância pelo teste de Duncan da 1ª. data de avaliação. Junho 2003.

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Matéria seca aérea ha ⁻¹						
Baixo	1870,7	{1}	--	0,91	0,09	0,10
Moderado	1773,7	{2}	--	--	0,08	0,09
Alto	3608,6	{3}	--	--	--	0,92
Rotacionado	3524,1	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio nas raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	117,6	{1}	--	0,85	0,01	0,01
Moderado	112,0	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	291,5	{3}	--	--	--	0,59
Rotacionado	275,7	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio na fração aérea						
Baixo	22,3	{1}	--	0,88	0,03	0,05
Moderado	21,0	{2}	--	--	0,03	0,05
Alto	50,3	{3}	--	--	--	0,52
Rotacionado	44,5	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio na serrapilheira						
Baixo	37,7	{1}	--	0,38	0,06	0,57
Moderado	31,5	{2}	--	--	0,02	0,19
Alto	54,3	{3}	--	--	--	0,11
Rotacionado	41,7	{4}	--	--	--	--
Deposição de Nitrogênio nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,14	{1}	--	0,19	0,02	0,24
Moderado	0,25	{2}	--	--	0,09	0,84
Alto	0,41	{3}	--	--	--	0,07
Rotacionado	0,24	{4}	--	--	--	--
Concentração de Carbono nas fezes (%)						
Baixo	47,0	{1}	--	0,05	0,06	0,01
Moderado	43,6	{2}	--	--	0,80	0,05
Alto	43,9	{3}	--	--	--	0,04
Rotacionado	40,5	{4}	--	--	--	--
Deposição de Carbono nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	3,52	{1}	--	0,01	0,01	0,01
Moderado	6,54	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	9,89	{3}	--	--	--	0,03
Rotacionado	9,12	{4}	--	--	--	--
Estoque de Fósforo no solo de 0-5cm profundidade						
Baixo	132,9	{1}	--	0,02	0,07	0,03
Moderado	61,1	{2}	--	--	0,28	0,82
Alto	85,5	{3}	--	--	--	0,37
Rotacionado	65,9	{4}	--	--	--	--

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Estoque de Fósforo no solo de 5-10cm profundidade						
Baixo	66,1	{1}	--	0,09	0,09	0,05
Moderado	31,7	{2}	--	--	0,93	0,62
Alto	33,0	{3}	--	--	--	0,57
Rotacionado	23,6	{4}	--	--	--	--
Deposição de Fósforo nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,04	{1}	--	0,21	0,03	0,09
Moderado	0,09	{2}	--	--	0,13	0,47
Alto	0,16	{3}	--	--	--	0,31
Rotacionado	0,12	{4}	--	--	--	--
Estoque de Potássio no solo de 5-10cm profundidade						
Baixo	30,4	{1}	--	0,13	0,07	0,02
Moderado	20,6	{2}	--	--	0,61	0,14
Alto	17,8	{3}	--	--	--	0,25
Rotacionado	11,0	{4}	--	--	--	--
Estoque de Potássio na serrapilheira						
Baixo	10,0	{1}	--	0,12	0,11	0,72
Moderado	6,7	{2}	--	--	0,02	0,08
Alto	13,5	{3}	--	--	--	0,16
Rotacionado	10,7	{4}	--	--	--	--
Relação C/N do solo de 5-10cm profundidade						
Baixo	19,7	{1}	--	0,13	0,50	0,58
Moderado	15,5	{2}	--	--	0,06	0,07
Alto	21,3	{3}	--	--	--	0,89
Rotacionado	21,0	{4}	--	--	--	--
Relação C/N das raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	67,8	{1}	--	0,33	0,01	0,01
Moderado	61,1	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	27,4	{3}	--	--	--	0,27
Rotacionado	35,1	{4}	--	--	--	--
Fibra em Detergente Neutro nas raízes						
Baixo	76,8	{1}	--	0,30	0,08	0,28
Moderado	75,9	{2}	--	--	0,02	0,08
Alto	78,6	{3}	--	--	--	0,30
Rotacionado	77,7	{4}	--	--	--	--

ANEXO 16 - Análise estatística: Médias e níveis de significância pelo teste de Duncan da 2ª. data de avaliação. Agosto 2003.

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Matéria seca aérea ha ⁻¹						
Baixo	2098,13	{1}	--	0,66	0,42	0,07
Moderado	1854,25	{2}	--	--	0,25	0,05
Alto	2561,63	{3}	--	--	--	0,19
Rotacionado	3370,25	{4}	--	--	--	--
Relação raiz/parte aérea						
Baixo	7,15	{1}	--	0,32	0,08	0,04
Moderado	6,21	{2}	--	--	0,27	0,12
Alto	5,16	{3}	--	--	--	0,48
Rotacionado	4,52	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio no solo de 10-15cm profundidade						
Baixo	321,7	{1}	--	0,30	0,66	0,04
Moderado	1119,1	{2}	--	--	0,51	0,15
Alto	634,9	{3}	--	--	--	0,07
Rotacionado	2305,4	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio nas raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	65,8	{1}	--	0,47	0,08	0,02
Moderado	110,3	{2}	--	--	0,18	0,05
Alto	199,0	{3}	--	--	--	0,27
Rotacionado	270,3	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio na fração aérea						
Baixo	18,1	{1}	--	0,45	0,06	0,01
Moderado	24,6	{2}	--	--	0,13	0,01
Alto	39,4	{3}	--	--	--	0,06
Rotacionado	59,2	{4}	--	--	--	--
Deposição de Nitrogênio nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,15	{1}	--	0,04	0,01	0,01
Moderado	0,28	{2}	--	--	0,05	0,01
Alto	0,41	{3}	--	--	--	0,19
Rotacionado	0,48	{4}	--	--	--	--
Estoque de Carbono no solo de 10-15cm profundidade						
Baixo	6358,3	{1}	--	0,37	0,77	0,01
Moderado	18286,5	{2}	--	--	0,52	0,02
Alto	9978,2	{3}	--	--	--	0,01
Rotacionado	61317,6	{4}	--	--	--	--
Estoque de Carbono na fração aérea						
Baixo	783,3	{1}	--	0,90	0,26	0,05
Moderado	756,6	{2}	--	--	0,23	0,04
Alto	1040,5	{3}	--	--	--	0,19
Rotacionado	1354,1	{4}	--	--	--	--
Concentração de Carbono nas fezes (%)						
Baixo	46,5	{1}	--	0,03	0,50	0,18
Moderado	42,5	{2}	--	--	0,07	0,19
Alto	45,6	{3}	--	--	--	0,42
Rotacionado	44,5	{4}	--	--	--	--

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Deposição de Carbono nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	3,49	{1}	--	0,01	0,01	0,01
Moderado	6,37	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	10,25	{3}	--	--	--	0,18
Rotacionado	10,00	{4}	--	--	--	--
Estoque de Fósforo no solo de 5-10cm profundidade						
Baixo	64,9	{1}	--	0,12	0,07	0,06
Moderado	38,6	{2}	--	--	0,62	0,48
Alto	31,2	{3}	--	--	--	0,82
Rotacionado	28,0	{4}	--	--	--	--
Estoque de Fósforo na fração aérea						
Baixo	5,0	{1}	--	0,78	0,23	0,04
Moderado	4,6	{2}	--	--	0,17	0,03
Alto	6,5	{3}	--	--	--	0,15
Rotacionado	8,3	{4}	--	--	--	--
Deposição de Fósforo nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,04	{1}	--	0,04	0,01	0,01
Moderado	0,10	{2}	--	--	0,07	0,06
Alto	0,15	{3}	--	--	--	0,81
Rotacionado	0,16	{4}	--	--	--	--
Estoque de Potássio na fração aérea						
Baixo	37,0	{1}	--	0,47	0,04	0,01
Moderado	51,7	{2}	--	--	0,09	0,01
Alto	93,9	{3}	--	--	--	0,11
Rotacionado	132,0	{4}	--	--	--	--
Relação C/N do solo de 10-15cm profundidade						
Baixo	19,7	{1}	--	0,22	0,26	0,06
Moderado	15,8	{2}	--	--	0,89	0,02
Alto	16,2	{3}	--	--	--	0,02
Rotacionado	26,5	{4}	--	--	--	--
Relação C/N das raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	64,1	{1}	--	0,06	0,01	0,01
Moderado	45,4	{2}	--	--	0,05	0,03
Alto	24,6	{3}	--	--	--	0,72
Rotacionado	21,9	{4}	--	--	--	--
Relação C/N da fração aérea						
Baixo	44,2	{1}	--	0,09	0,04	0,02
Moderado	31,5	{2}	--	--	0,40	0,21
Alto	26,1	{3}	--	--	--	0,60
Rotacionado	22,9	{4}	--	--	--	--
Relação C/N da serrapilheira						
Baixo	36,4	{1}	--	0,13	0,01	0,04
Moderado	28,8	{2}	--	--	0,07	0,29
Alto	18,6	{3}	--	--	--	0,26
Rotacionado	23,9	{4}	--	--	--	--

ANEXO 17 - Análise estatística: Médias e níveis de significância pelo teste de Duncan da 3ª. data de avaliação. Outubro 2003.

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Matéria seca aérea ha ⁻¹						
Baixo	1711,3	{1}	--	0,14	0,19	0,02
Moderado	2201,1	{2}	--	--	0,81	0,12
Alto	2133,1	{3}	--	--	--	0,10
Rotacionado	2722,0	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio nas raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	69,6	{1}	--	0,33	0,01	0,01
Moderado	101,9	{2}	--	--	0,01	0,03
Alto	234,0	{3}	--	--	--	0,26
Rotacionado	195,4	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio na fração aérea						
Baixo	15,3	{1}	--	0,31	0,04	0,02
Moderado	23,3	{2}	--	--	0,13	0,06
Alto	36,6	{3}	--	--	--	0,50
Rotacionado	41,8	{4}	--	--	--	--
Estoque de Nitrogênio na serrapilheira						
Baixo	18,1	{1}	--	0,47	0,03	0,06
Moderado	26,2	{2}	--	--	0,07	0,14
Alto	51,5	{3}	--	--	--	0,55
Rotacionado	44,9	{4}	--	--	--	--
Deposição de Nitrogênio nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,14	{1}	--	0,71	0,01	0,01
Moderado	0,16	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	0,45	{3}	--	--	--	0,76
Rotacionado	0,43	{4}	--	--	--	--
Estoque de Carbono na fração aérea						
Baixo	707,6	{1}	--	0,32	0,36	0,02
Moderado	832,1	{2}	--	--	0,91	0,05
Alto	818,4	{3}	--	--	--	0,05
Rotacionado	1134,6	{4}	--	--	--	--
Deposição de Carbono nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	3,34	{1}	--	0,01	0,01	0,01
Moderado	5,88	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	10,05	{3}	--	--	--	0,73
Rotacionado	10,25	{4}	--	--	--	--
Estoque de Fósforo no solo de 0-5cm profundidade						
Baixo	112,6	{1}	--	0,08	0,02	0,01
Moderado	80,5	{2}	--	--	0,22	0,08
Alto	60,8	{3}	--	--	--	0,40
Rotacionado	47,9	{4}	--	--	--	--

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}	
Estoque de Fósforo na serrapilheira						
Baixo	2,4	{1}	--	0,75	0,03	0,06
Moderado	2,6	{2}	--	--	0,04	0,08
Alto	4,6	{3}	--	--	--	0,43
Rotacionado	4,1	{4}	--	--	--	--
Deposição de Fósforo nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,05	{1}	--	0,13	0,04	0,02
Moderado	0,09	{2}	--	--	0,30	0,09
Alto	0,12	{3}	--	--	--	0,35
Rotacionado	0,15	{4}	--	--	--	--
Estoque de Potássio na fração aérea						
Baixo	25,1	{1}	--	0,05	0,02	0,01
Moderado	57,5	{2}	--	--	0,36	0,04
Alto	69,6	{3}	--	--	--	0,12
Rotacionado	92,7	{4}	--	--	--	--
Deposição de Potássio nas fezes kg dia ⁻¹ ha ⁻¹						
Baixo	0,05	{1}	--	0,07	0,04	0,01
Moderado	0,26	{2}	--	--	0,59	0,16
Alto	0,31	{3}	--	--	--	0,30
Rotacionado	0,41	{4}	--	--	--	--
Relação C/N do solo de 0-5cm profundidade						
Baixo	23,0	{1}	--	0,03	0,03	0,01
Moderado	14,5	{2}	--	--	0,95	0,40
Alto	14,3	{3}	--	--	--	0,42
Rotacionado	12,0	{4}	--	--	--	--
Relação C/N das raízes a 20 cm de profundidade						
Baixo	82,5	{1}	--	0,01	0,01	0,01
Moderado	49,4	{2}	--	--	0,03	0,03
Alto	24,2	{3}	--	--	--	0,86
Rotacionado	22,8	{4}	--	--	--	--
Relação C/N da fração aérea						
Baixo	46,9	{1}	--	0,32	0,04	0,07
Moderado	37,8	{2}	--	--	0,15	0,26
Alto	23,3	{3}	--	--	--	0,64
Rotacionado	27,4	{4}	--	--	--	--
Relação C/N da serrapilheira						
Baixo	39,9	{1}	--	0,03	0,01	0,01
Moderado	34,8	{2}	--	--	0,01	0,01
Alto	20,5	{3}	--	--	--	0,08
Rotacionado	16,8	{4}	--	--	--	--

ANEXO 18 - Análise estatística: Médias e níveis de significância pelo teste de Duncan dos dados médios durante toda a estação de pastejo de 12 de maio de 2003 a 28 de outubro de 2003

Tratamento	Médias	{1}	{2}	{3}	{4}
Deposição média diária de Nitrogênio nas fezes g dia⁻¹ ha⁻¹					
Baixo	142,6	{1}	--	0,07	0,01
Moderado	232,8	{2}	--	--	0,01
Alto	426,6	{3}	--	--	0,37
Rotacionado	83,8	{4}	--	--	--
Deposição média diária de Carbono nas fezes g dia⁻¹ ha⁻¹					
Baixo	3449,1	{1}	--	0,01	0,01
Moderado	6267,0	{2}	--	--	0,01
Alto	10062,6	{3}	--	--	0,28
Rotacionado	9791,4	{4}	--	--	--
Deposição média diária de Fósforo nas fezes g dia⁻¹ ha⁻¹					
Baixo	45,2	{1}	--	0,01	0,01
Moderado	97,9	{2}	--	--	0,01
Alto	146,6	{3}	--	--	0,85
Rotacionado	144,0	{4}	--	--	--
Deposição média diária de Potássio nas fezes g dia⁻¹ ha⁻¹					
Baixo	95,8	{1}	--	0,06	0,01
Moderado	260,5	{2}	--	--	0,21
Alto	268,0	{3}	--	--	0,98
Rotacionado	370,3	{4}	--	--	--
Deposição de Nitrogênio nas fezes ha⁻¹ por 169 dias					
Baixo	24,10	{1}	--	0,01	0,01
Moderado	39,35	{2}	--	--	0,01
Alto	72,09	{3}	--	--	0,01
Rotacionado	16,12	{4}	--	--	--
Deposição de Carbono nas fezes ha⁻¹ por 169 dias					
Baixo	582,89	{1}	--	0,01	0,01
Moderado	1059,12	{2}	--	--	0,01
Alto	1700,57	{3}	--	--	0,01
Rotacionado	411,24	{4}	--	--	--
Deposição de Fósforo nas fezes ha⁻¹ por 169 dias					
Baixo	7,64	{1}	--	0,01	0,01
Moderado	16,55	{2}	--	--	0,01
Alto	24,77	{3}	--	--	0,01
Rotacionado	6,05	{4}	--	--	--
Deposição de Potássio nas fezes ha⁻¹ por 169 dias					
Baixo	16,19	{1}	--	0,03	0,01
Moderado	44,03	{2}	--	--	0,15
Alto	62,19	{3}	--	--	0,01
Rotacionado	15,55	{4}	--	--	--

ANEXO 19 – Dados meteorológicos da área do condado de Alachua, onde se localiza a cidade Gainesville, Flórida, E.U.A.

Ano	Mês	Dia	Temperatura 60 cm acima do solo			Temperatura do solo			Precipitação	U.R. do ar
			60cm Média (C)	60cm MINt (C)	60cm MAXt (C)	-10cm Média (C)	-10cm MINt (C)	-10cm MAXt (C)	2m Diária total (mm)	2m Média (pct)
2001	5	1	19.84	12.04	27.87	22.43	20.21	24.9	0	70
2001	5	2	18.7	11.46	27.11	22.32	20.87	24	0.4	81
2001	5	3	19.68	11.75	27.08	22.02	19.71	24.34	0	73
2001	5	4	20.2	12.34	28.13	22.29	19.78	25.04	0	70
2001	5	5	20.45	10.87	28.48	22.99	20.6	25.74	0	70
2001	5	6	19.92	9.02	30.12	23.55	20.7	26.65	0	62
2001	5	7	18.78	11.71	24.19	22.73	21.96	23.58	0.03	87
2001	5	8	20.79	12.14	27.29	22.94	21.18	25.21	0	68
2001	5	9	19.57	11.66	26.78	22.89	21.38	24.69	0	74
2001	5	10	19.59	9.25	28.51	23.21	20.73	25.82	0	68
2001	5	11	20.41	9.34	29.63	23.83	21.28	26.57	0	65
2001	5	12	20.29	11.2	31.43	24.25	21.94	26.78	0	74
2001	5	13	22.53	12.48	32.54	24.72	22.28	27.36	0	67
2001	5	14	22.22	10.6	32.47	24.91	22.5	27.42	0	68
2001	5	15	24.06	14.78	32.02	25.35	23.3	27.54	0	67
2001	5	16	24.18	14.33	34.13	25.6	23.13	28.19	0	64
2001	5	17	25.81	17.98	34.9	26.28	23.93	28.92	0	63
2001	5	18	23.44	13.85	32.47	26.35	24.17	28.74	0	63
2001	5	19	22.89	11.81	32.86	26.09	23.58	28.88	0	61
2001	5	20	22.54	14	31.65	25.96	24.21	27.9	0	71
2001	5	21	23.65	11.57	33.82	25.93	23.45	28.62	0	65
2001	5	22	25.17	15.96	34.15	26.69	24.49	29.24	0	65
2001	5	23	21.69	9.99	30.08	25.97	24.03	27.28	1.57	64
2001	5	24	21.77	6.75	33.34	24.56	21.19	28.25	0	51
2001	5	25	23.9	10.87	34.52	25.49	22.43	28.7	0	61
2001	5	26	25.06	15.97	33.43	26.78	24.15	29.84	0	61
2001	5	27	24.46	14.89	34.49	27.08	24.62	29.84	0	65
2001	5	28	24.29	14.04	33.47	26.99	24.57	29.66	0.05	72
2001	5	29	25.3	17.57	32.2	26.73	24.95	28.7	0.09	75
2001	5	30	24.39	20.42	31.82	26.37	24.95	28.49	0.19	84
2001	5	31	26	19.42	33.56	26.51	24.07	29.34	0	74
2001	6	1	22.58	16.55	26.79	25.48	24.32	26.59	0.07	85
2001	6	2	25.82	18.2	32.29	26.16	23.33	29.42	0	71
2001	6	3	27.22	20.7	34.61	27.78	24.77	31.21	0	70
2001	6	4	25.82	18.54	36.38	28.55	25.83	31.79	0	71
2001	6	5	24.39	17.07	35.72	28.15	26.08	31.16	0.46	77
2001	6	6	25.13	19.53	33.43	27.79	25.28	31.02	0.24	81
2001	6	7	26.1	20.67	32.84	27.89	25.37	30.51	0	78
2001	6	8	25.9	20.05	33.45	28.21	25.77	31.08	0.06	78
2001	6	9	25.51	21.28	32.47	27.86	25.88	30.45	0.51	81
2001	6	10	23.58	21.62	28.86	26.65	25.51	28.05	1.08	91
2001	6	11	25.41	21.62	31.35	26.57	24.54	28.79	0.63	82
2001	6	12	25.07	22.42	29.73	26.47	25.09	28.45	1.03	85
2001	6	13	27.34	22.73	32.91	27.73	25.16	30.73	0	77
2001	6	14	25.38	19.76	33.11	27.8	25.28	30.88	0.46	82
2001	6	15	25.66	18.2	33.86	27.59	24.87	30.67	0	74
2001	6	16	25.16	19.68	34.43	28.17	25.16	32.04	0	78
2001	6	17	25.8	18.79	33.63	28.64	25.88	31.61	0	75
2001	6	18	24.4	19.52	33.45	28.6	26.9	31.12	0.14	82
2001	6	19	24.24	16.87	33.82	28.04	25.01	31.6	0	77
2001	6	20	24.96	17.79	33.25	28.14	25.71	30.48	0.08	77
2001	6	21	24.74	18.23	32.5	27.56	25.38	29.62	0.04	79
2001	6	22	23.37	19.17	29.27	26.62	25.59	28.53	0.64	84
2001	6	23	21.95	19.57	29.44	25.73	24.45	27.94	1.03	91
2001	6	24	24.01	17.45	31.78	26.29	23.54	29.69	0	77
2001	6	25	23.78	14.8	32.04	26.94	23.59	30.36	0	67
2001	6	26	25.52	17.29	33.97	28.01	24.76	31.84	0.26	71
2001	6	27	24.23	19.1	33.72	27.43	25.62	31.03	1.58	87

2001	6	28	22.66	19.01	29.52	25.94	24.82	28.2	1.35	90
2001	6	29	23.91	20.43	30.79	25.88	24.32	28.15	0.54	91
2001	6	30	26.4	21.59	33.15	27.33	24.8	30.7	0	79
2001	7	1	26.41	21.96	33.68	28.11	25.79	31.23	0	78
2001	7	2	26.71	21.69	34.5	28.72	26.12	32.09	0	77
2001	7	3	27.08	20.29	34.38	28.92	26.04	32.34	0	74
2001	7	4	25.63	21.42	33.4	29.12	26.78	32.66	0	83
2001	7	5	26.43	19.44	33.5	29.29	26.09	33.02	0	76
2001	7	6	25.33	19.94	32.49	29.29	26.73	32	0	80
2001	7	7	27.43	19.78	35.43	30.16	26.5	34.18	0	73
2001	7	8	25.75	22.87	33.08	29.84	27.76	33.41	0.74	83
2001	7	9	28.01	22.7	34.43	29.29	26.55	32.81	0	77
2001	7	10	25.83	22.54	33.54	28.54	26.71	32.06	2.52	88
2001	7	11	25.22	22.58	31.37	27.24	25.8	29.35	0.46	90
2001	7	12	27.2	24.25	31.41	28.32	26.12	31.19	0.01	84
2001	7	13	26.11	22.21	31.82	28.34	26.75	30.77	0.63	86
2001	7	14	25.01	19.82	30.03	27.68	26.33	29.78	0.02	81
2001	7	15	24.08	17.96	30.3	27.12	24.95	29.86	0	72
2001	7	16	23.86	17.51	30.99	26.58	24.35	29.16	0	78
2001	7	17	25.16	19.79	32.34	27.35	24.9	30.2	0.21	83
2001	7	18	25.51	20.6	32.52	28.36	25.75	32.13	0.67	85
2001	7	19	26.83	22.5	32.75	28.69	26.2	31.79	0	82
2001	7	20	25.82	22.37	34.11	28.61	26.77	32.08	1.43	85
2001	7	21	25.22	22.04	30.2	28.04	26.09	30.7	0	86
2001	7	22	26.22	22.41	31.58	28.46	26.43	31.2	0.06	82
2001	7	23	24.38	21.78	30.79	27.69	26.53	30.04	0.15	87
2001	7	24	24.55	21.79	29.41	26.63	25.35	28.3	0.1	85
2001	7	25	26.48	21.6	34.07	28.14	25.38	31.59	0.01	78
2001	7	26	25.96	22.01	33.7	28.75	26.29	32.08	0.17	82
2001	7	27	25.03	21.09	33.66	28.36	26.38	31.75	0.24	87
2001	7	28	26.56	20.36	34.18	28.9	25.73	32.68	0	79
2001	7	29	26.53	21.49	34.13	29.47	26.87	33	0.64	81
2001	7	30	26.57	21.71	33.22	29.3	26.8	32.45	0.05	82
2001	7	31	24.64	21.43	27.9	27.96	27.15	28.73	1.09	91
2001	8	1	24.49	21.44	31.52	27.73	26.13	30.84	1.58	88
2001	8	2	23.65	20.98	28.66	26.68	25.2	28.09	0.03	86
2001	8	3	23.96	20.86	29.66	27.03	25.11	29.8	0.08	87
2001	8	4	25.53	21.11	31.45	27.83	25.57	30.43	0	82
2001	8	5	24.68	21.58	31.32	27.68	26.41	30.09	0.99	88
2001	8	6	25.76	21.65	31.94	27.39	25.28	29.9	0	83
2001	8	7	26.3	22.34	33.79	28.49	26.3	31.52	0	82
2001	8	8	27.2	20.75	33.7	29.14	26.26	32.5	0	76
2001	8	9	27.07	21.12	33.45	29.52	26.77	32.61	0	76
2001	8	10	27.24	22.18	33.72	29.34	26.96	32.18	0	77
2001	8	11	26.22	21.75	32.32	29.03	26.9	30.88	0	83
2001	8	12	26.51	20.49	33.93	29.36	26.55	32.97	0.06	80
2001	8	13	27.1	20.59	34.27	29.63	26.79	32.77	0	77
2001	8	14	26.18	20.01	33.15	29.32	26.79	32.2	0.04	80
2001	8	15	26.59	22.86	32.2	29.24	27.36	31.62	0	84
2001	8	16	26.59	21.28	34.81	29.63	27	33	0	83
2001	8	17	27.84	22.54	34.22	29.98	27.79	32.59	0	81
2001	8	18	28.24	22.29	34.33	30.23	27.83	32.72	0	77
2001	8	19	26.69	22.77	31.54	29.98	28.12	32.2	0.1	81
2001	8	20	27.39	21.67	33.84	30.17	27.59	33.09	0	77
2001	8	21	26.85	20.87	34.09	30.17	27.77	32.99	0	74
2001	8	22	26.3	19.7	34.7	29.55	27.66	31.2	0	76
2001	8	23	26.52	20.65	33.84	29.41	27.96	31.1	0	75
2001	8	24	25.74	17.23	34.18	29.14	27.38	30.85	0	74
2001	8	25	25.79	19.1	35.18	28.99	27.62	30.78	0.67	79
2001	8	26	25.44	18.77	33.47	28.41	26.49	30.37	0	77
2001	8	27	26.15	18.6	34.27	28.56	26.4	30.87	0	75
2001	8	28	26.85	20.39	34.49	29.09	27.17	31.19	0	76
2001	8	29	27.63	20.7	35.04	29.43	27.62	31.37	0	74
2001	8	30	26.64	20.87	35.59	29.34	27.92	30.83	0	77
2001	8	31	25.63	20.46	35.24	28.93	27.55	30.7	0.1	82
2001	9	1	24.89	20.54	32.88	28.22	27.15	29.29	0	87
2001	9	2	25.92	20.38	34.34	28.21	26.65	30.05	0	80
2001	9	3	24.75	20.16	32.95	28.21	27.07	29.53	0.02	87
2001	9	4	25.59	19.73	33.93	28.08	26.68	29.62	0	82
2001	9	5	25.43	19.68	34.02	28.13	26.85	30.04	0.81	83
2001	9	6	24.58	21.34	33	27.81	26.5	29.94	0.11	89
2001	9	7	25.06	20.9	33.02	27.81	26.18	30.13	0.84	84
2001	9	8	24.92	20.41	31.54	27.58	26.18	29.36	0	84
2001	9	9	25.33	21.13	31.94	27.62	26.29	29.28	0	84
2001	9	10	25.13	22.25	30.24	27.47	26.55	28.54	0	85

2001	9	11	24.94	21.82	31.82	27.21	26.12	28.66	0.14	86
2001	9	12	23.82	20.99	29.94	26.63	25.68	27.86	0.28	87
2001	9	13	21.99	20.39	25.25	25.54	24.7	26.12	0.37	92
2001	9	14	21.19	19.98	22.27	24	23.43	24.68	2.16	93
2001	9	15	20.77	18.48	24.49	23.52	22.84	24.37	0.66	80
2001	9	16	20.52	12.91	28.49	23.95	21.92	26.21	0	73
2001	9	17	21.57	13.72	29.71	24.47	22.44	26.59	0	78
2001	9	18	22.74	16.37	30.35	24.94	23.43	26.54	0.05	83
2001	9	19	24.08	18.05	31.86	25.42	23.95	26.83	0	82
2001	9	20	24.99	20.49	31.63	26.02	24.66	27.7	0	81
2001	9	21	25.06	18.54	32.63	26.37	24.62	28.2	0.02	81
2001	9	22	24.48	20.32	32.88	26.43	25.3	28.17	5.23	87
2001	9	23	24.37	20.41	30.58	26.16	24.92	27.54	0	87
2001	9	24	24.17	20.54	30.38	26.22	25.17	27.38	0.12	88
2001	9	25	21.78	16.52	27.11	25.84	24.35	27.45	0.59	84
2001	9	26	19.38	14.83	25.63	24.43	23.24	25.45	0	82
2001	9	27	21.27	16.28	27.36	24.31	22.84	25.79	0	82
2001	9	28	21.35	16.37	27.17	24.33	22.96	25.68	0	79
2001	9	29	19.23	14.46	24.37	23.2	21.69	24.16	0	74
2001	9	30	17.3	10.18	24.41	21.85	20.17	23.77	0	71
2001	10	1	14.9	7.98	23.55	21.18	19.54	22.84	0	72
2001	10	2	16.19	6.21	26.77	21.15	18.78	23.63	0	73
2001	10	3	17.92	7.63	28.02	21.69	19.23	24.2	0	76
2001	10	4	20.74	12.38	29.42	22.59	20.45	24.73	0	76
2001	10	5	23	15.03	30.96	23.72	21.68	25.84	0	74
2001	10	6	25.06	20.55	31.29	24.68	23.26	26.43	0	80
2001	10	7	20.07	16.42	22.43	23.58	22.2	24.58	0	84
2001	10	8	19.62	14.96	26.29	22.22	20.87	23.57	0	77
2001	10	9	20.81	15.75	27.79	22.24	20.96	23.6	0	75
2001	10	10	20.88	15.23	27.28	22.36	20.93	23.57	0	80
2001	10	11	22.44	16.79	29.29	23.14	21.57	24.98	0.02	76
2001	10	12	22.27	16.26	28.98	23.31	21.87	24.74	0	79
2001	10	13	23.76	19.53	29.4	23.78	22.45	25.29	0	77
2001	10	14	23.96	19.11	28	23.98	23.21	25.02	0	83
2001	10	15	19.75	14.2	27.36	23.02	21.54	24.54	0	68
2001	10	16	19.61	14.46	28.11	22.87	21.25	24.98	0	75
2001	10	17	12.89	3.76	20.54	20.95	19.5	22.43	0	53
2001	10	18	14.98	2.72	25.2	19.97	17.89	21.99	0	76
2001	10	19	20.31	13.2	28.49	21.48	19.66	23.45	0	82
2001	10	20	22.42	16.62	29.2	22.98	21.62	24.67	0	80
2001	10	21	22.07	16.87	28.99	23.07	21.79	24.61	0	86
2001	10	22	23.03	18.37	29.86	23.83	22.84	25.3	0	87
2001	10	23	24.2	20.66	30.55	24.3	23.27	25.69	0	85
2001	10	24	23.79	17.82	29.41	24.42	23.34	25.71	0.09	88
2001	10	25	25.59	19.02	31.48	25.36	24.09	27.34	0	70
2001	10	26	16.3	4.73	24.03	22.92	21.23	24.51	0	41
2001	10	27	10.39	3.76	18.76	20.27	18.89	21.79	0	48
2001	10	28	9.64	-0.11	18.12	18.76	17.23	20.25	0	62
2001	10	29	13.55	6.6	22.2	18.95	17.35	20.65	0	67
2001	10	30	15.16	6.36	24.94	19.42	17.67	21.27	0	69
2001	10	31	17.91	10.56	26.44	20.08	18.87	21.5	0	81
2001	11	1	16.87	16.87	16.87	20.66	20.66	20.66	0	92
2002	5	1	24.83	17.67	31.74	27.06	24.87	29.55	0	73
2002	5	2	25.95	20.74	32.49	27.39	25.36	29.7	0	73
2002	5	3	26.31	19.76	34.45	27.74	25.51	30.24	0	73
2002	5	4	26.65	18.64	35.5	28.05	25.88	30.65	0	73
2002	5	5	23.95	17.77	31.45	27.47	25.91	29.2	0	81
2002	5	6	24.22	17.52	30.95	27.35	25.62	29.2	0	73
2002	5	7	23.31	13.41	33	27.09	24.91	29.25	0	72
2002	5	8	25.73	15.83	34.18	27.66	25.34	30.04	0	68
2002	5	9	26.96	19.8	35.57	28.31	25.93	30.86	0	64
2002	5	10	27.14	19.95	34.74	28.7	26.55	30.82	0	64
2002	5	11	25.48	15.83	33.34	28.37	26.3	30.23	0	68
2002	5	12	26.39	16.77	34.08	28.44	26.28	30.51	0	66
2002	5	13	25.9	20.7	32.2	28.45	26.82	29.95	0	71
2002	5	14	21.16	10.32	28.3	27.94	26.19	29.83	0.01	67
2002	5	15	19.2	6.42	29.33	26.4	24.02	28.32	0	65
2002	5	16	22.26	9.42	32.18	26.5	24.07	28.69	0	68
2002	5	17	25.12	16.92	33.45	27.43	25.43	29.49	0	73
2002	5	18	23.92	19.73	30.91	26.96	25.9	28.35	0.8	84
2002	5	19	16.41	12.9	22.33	23.57	21.21	25.83	0.05	91
2002	5	20	17.3	8.82	24.96	22.71	19.98	26.03	0	62
2002	5	21	16.64	6.77	25.88	23.56	20.5	26.79	0	61
2002	5	22	17	6.6	24.41	23.71	21.28	26.05	0	62
2002	5	23	20.54	13.08	27.85	24.24	21.96	26.41	0	71

2002	5	24	22.08	11.36	31.17	25.56	22.7	28.42	0	67
2002	5	25	22.96	12.84	30.98	26.29	23.91	28.41	0	66
2002	5	26	22.7	11.41	32.04	26.76	24.12	29.29	0	64
2002	5	27	21.97	12.33	29.7	26.14	24.49	27.27	0	79
2002	5	28	24.81	17.01	31.79	26.96	25.02	29.2	0	71
2002	5	29	24.01	16.51	31.95	27.18	25.27	29.35	0	77
2002	5	30	22.82	15.96	33.54	27.6	25.71	29.87	0.01	82
2002	5	31	22.58	15.92	34.45	26.81	25.29	29.34	0.66	83
2002	6	1	24.74	15.08	34.7	26.84	23.13	30.88	0	71
2002	6	2	27.07	18.96	36.56	28.69	25.33	32.49	0	70
2002	6	3	27.68	21.52	37.47	29.6	26.68	32.99	0.07	72
2002	6	4	27.17	20.93	34.47	28.63	26.99	30.04	0	72
2002	6	5	27.21	21.08	34.34	28.34	26.43	30.46	0	71
2002	6	6	24.85	20.86	32.41	28.33	27	29.88	0.34	84
2002	6	7	24.64	19.25	32.38	27.61	25.38	30.3	0.03	85
2002	6	8	23.93	20.29	29.99	26.55	25.57	27.73	0.49	87
2002	6	9	24.35	18.44	29.8	25.99	24.45	27.94	0.02	80
2002	6	10	23.83	17.98	28.92	25.76	24.03	27.33	0.03	83
2002	6	11	24.54	20.8	28.83	26.01	24.42	27.61	0	84
2002	6	12	25.58	18.91	33.47	27.44	24.52	30.78	0	78
2002	6	13	26.28	19.85	35.2	28.55	26.2	31.37	0	79
2002	6	14	27.71	20.45	35.04	29.37	27.2	31.77	0	72
2002	6	15	26.74	21.2	34.15	29.8	27.7	32.22	0	67
2002	6	16	25.61	16.62	34.47	29.57	27.34	31.83	0	63
2002	6	17	22.31	15.98	30.29	28.24	26.99	29.75	0.1	85
2002	6	18	22.23	20.53	24.86	26.7	26.05	27.74	0.03	89
2002	6	19	23.81	18.94	31.09	26.35	24.95	28.23	0.18	86
2002	6	20	24.51	21.02	30.45	26.76	25.2	28.55	0	83
2002	6	21	22.29	20.76	24.96	25.67	25.11	26.85	0.25	90
2002	6	22	22.18	20.74	23.8	24.77	24.34	25.21	1.01	93
2002	6	23	24.64	19.61	30.5	25.34	23.49	27.2	0.01	85
2002	6	24	24.03	20.2	30.17	26.14	24.7	27.62	0.64	88
2002	6	25	23.97	20.04	31.91	26.44	24.67	28.83	0.11	89
2002	6	26	25.1	21.35	31.4	27.2	25.29	29.36	0.03	85
2002	6	27	25.42	20.79	32.84	27.59	25.55	30.17	0.07	83
2002	6	28	24.91	19.18	34.38	28.02	25.52	31.54	0.46	83
2002	6	29	25.02	21.04	32.99	27.96	26.08	30.45	0.13	86
2002	6	30	24.39	20.73	30.92	27.81	26.37	29.74	0.01	87
2002	7	1	24.41	18.05	31.53	27.7	25.4	30.24	0.06	81
2002	7	2	25.14	18.73	32.11	28.05	25.77	30.29	0	78
2002	7	3	24.61	19.87	34.11	28.31	26.44	31.1	0.31	83
2002	7	4	23.98	18.57	31.42	27.74	25.57	30.24	0.03	84
2002	7	5	23.97	19.82	30.27	27.33	25.87	28.88	0.21	88
2002	7	6	25.62	18.69	32.95	27.75	25.29	30.17	0.16	82
2002	7	7	26.72	20.29	33.24	28.45	26.25	30.94	0	74
2002	7	8	24.18	20.79	32.38	27.93	26.74	29.99	0.5	87
2002	7	9	24.26	20.12	29.83	27.14	25.6	28.37	0.07	87
2002	7	10	25.03	19.26	31.54	27.45	25.38	29.66	0	79
2002	7	11	26.15	18.12	33.22	28.41	25.67	31.33	0	76
2002	7	12	26.3	21.96	31.45	29.02	27.51	30.4	0	82
2002	7	13	24.49	22.41	27.26	27.61	26.99	28.67	0.46	91
2002	7	14	26.56	23.37	31.98	27.78	26.32	29.52	0.69	85
2002	7	15	28.02	23.78	33.5	28.82	26.67	31.26	0	77
2002	7	16	28.74	22.54	35.13	29.73	27.27	32.4	0	74
2002	7	17	28.64	22.44	35.75	30.28	28.11	32.81	0.52	75
2002	7	18	28.76	23.68	35.68	30.11	28.33	32.16	0	76
2002	7	19	27.25	22.67	36.84	30.1	28.29	33.11	0.73	81
2002	7	20	24.72	21.45	33.65	28.81	27.37	31.45	1.04	87
2002	7	21	22.94	20.27	30.12	27.03	26.29	27.65	0.25	91
2002	7	22	24.56	19.09	30.58	27.25	25.29	29.46	0	86
2002	7	23	25.11	19.96	30.74	27.53	25.9	29.12	0	83
2002	7	24	25.67	21.04	33	28.28	26.35	30.71	0	82
2002	7	25	24.88	19.14	34.09	28.37	26.43	30.94	0	83
2002	7	26	26.09	21.45	34.7	28.61	26.85	30.87	0.04	82
2002	7	27	25.38	19.95	34.11	28.59	26.85	30.49	0	84
2002	7	28	25.34	19.89	34.5	28.48	26.9	30.44	0.07	84
2002	7	29	25.79	18.95	33.75	28.41	26.59	30.4	0.23	83
2002	7	30	26.73	19.98	34.02	28.98	26.52	31.51	0	77
2002	7	31	26.9	20.26	33.72	29.27	27.2	31.45	0	73
2002	8	1	25.49	21.49	33.99	28.99	27.98	30.79	0.34	83
2002	8	2	24.35	20.45	32.41	28.1	26.52	30.37	0.21	89
2002	8	3	23.6	20.01	30.94	27.44	26.12	29.26	0.67	91
2002	8	4	23.87	20.29	31.2	27.08	26.15	28.54	0.33	92
2002	8	5	26.15	20.01	32.97	27.95	25.61	30.42	0	83
2002	8	6	27.94	20.53	34.56	28.87	26.53	31.33	0	74

2002	8	7	26.06	18.36	30.09	28.61	27.67	29.3	0	79
2002	8	8	22.13	13.31	31.28	27.44	25.38	29.41	0	70
2002	8	9	21.26	11.94	30.36	26.76	24.92	28.33	0	80
2002	8	10	24.31	17.82	31.7	27.38	25.82	29.07	0	75
2002	8	11	23.85	15.72	32.25	27.48	25.66	29.28	0	75
2002	8	12	22.74	17.88	29.2	26.96	26.25	27.88	0.73	91
2002	8	13	25.38	22.2	31.96	27.42	26.03	29.53	0.08	85
2002	8	14	25.62	19.25	33.59	27.75	25.79	29.75	0	82
2002	8	15	23.65	19.78	32.36	27.19	26.16	28.98	0.95	90
2002	8	16	26.7	21.43	34.45	27.59	25.71	29.69	0	83
2002	8	17	26.49	21.43	34.65	28.1	26.54	29.95	0.52	84
2002	8	18	24.74	20.27	33.86	27.68	26.34	30.32	1.96	90
2002	8	19	25.92	21.12	33.16	27.94	26.07	29.91	0	85
2002	8	20	24.95	21.69	31.12	27.91	26.87	29.29	0	89
2002	8	21	25.25	19.46	32.97	27.82	26	29.79	0.14	85
2002	8	22	25.91	18.95	33.49	27.98	25.95	29.95	0	79
2002	8	23	26.25	18.29	34.68	28.15	26.08	30.11	0	78
2002	8	24	27.54	20.99	35.61	28.78	26.9	30.8	0	76
2002	8	25	27.45	20.85	34.95	29.07	27.26	30.92	0	77
2002	8	26	25.23	20.91	31.46	28.43	27.54	29.18	0.04	85
2002	8	27	24.7	21.87	30.94	27.45	26.69	29.02	1.62	88
2002	8	28	25.48	21.2	31.93	27.53	26.13	28.91	0	85
2002	8	29	24.76	20.57	31.93	27.23	26.29	28.51	0.93	90
2002	8	30	23.72	21.79	31.04	26.31	25.76	27.57	1.83	93
2002	8	31	24.75	21.95	28.87	26.12	25.57	26.92	0	91
2002	9	1	26.29	22.62	32.81	26.8	25.78	28.2	0	86
2002	9	2	26.4	23.24	32.52	27.21	26.38	28.36	0	84
2002	9	3	25.15	20.48	32.38	27.04	26.04	28.21	0	85
2002	9	4	25.54	20.57	32.59	27.05	25.91	28.21	0.07	86
2002	9	5	25.94	22.18	32.75	27.14	26.52	28.33	0.62	86
2002	9	6	26.1	21.28	32.4	27.35	25.88	29.37	0	82
2002	9	7	25.2	19.96	32.16	27.38	25.77	29.32	0	81
2002	9	8	25.18	20.26	31	27.19	25.77	28.73	0.2	83
2002	9	9	25.84	20.77	33.47	27.75	25.83	30.18	0	82
2002	9	10	25.88	18.85	33.4	28.13	25.82	30.69	0	78
2002	9	11	25.12	20.78	31.03	27.65	26.57	29.09	0	83
2002	9	12	24.21	18.63	32.13	27.19	25.52	29.4	0.58	85
2002	9	13	24.88	21.55	30.77	26.94	25.62	28.38	0.01	87
2002	9	14	24.79	21.43	30.93	26.46	25.38	28	1.78	89
2002	9	15	25.26	21.68	32.84	26.51	24.98	28.53	0.04	89
2002	9	16	26.8	20.8	33.36	27.73	25.54	30.26	0	82
2002	9	17	27.14	21.04	33.9	28.3	26.4	30.33	0	79
2002	9	18	26.71	20.55	33.99	28.44	26.52	30.62	0	79
2002	9	19	26.67	20.62	33.59	28.44	26.62	30.45	0	77
2002	9	20	25.54	20.39	32.27	27.84	26.54	29.21	0	85
2002	9	21	25.41	19.86	31.91	27.54	26.1	29.17	0	80
2002	9	22	24.72	17.64	32.22	27.24	25.44	29.28	0	76
2002	9	23	24.64	17.13	32.68	27.29	25.35	29.41	0	79
2002	9	24	23.98	22.35	27.84	26.74	26.02	27.43	1.15	92
2002	9	25	25.71	22.79	30.37	26.65	25.55	28.01	0.06	88
2002	9	26	26.52	24.05	31.38	26.88	26.1	28.11	0.48	85
2002	9	27	26.66	20.78	31.7	27.28	26.1	28.95	0	80
2002	9	28	25.35	19.89	32.56	27.37	25.51	29.58	0	81
2002	9	29	26.07	19.48	33.38	27.49	25.76	29.36	0	79
2002	9	30	26.03	21.09	32.58	27.6	26.23	29.23	0	83
2002	10	1	24.6	21.7	29.54	26.93	26.3	27.7	0.07	90
2002	10	2	24.33	19	31.19	26.39	25.21	27.54	0	82
2002	10	3	23.96	17.05	32.11	26.21	24.8	27.63	0	78
2002	10	4	24.02	16.5	32.95	26.32	24.59	28.17	0	80
2002	10	5	25.64	18.2	33.72	26.97	25.23	28.75	0	78
2002	10	6	25.05	19.45	34.88	27.25	25.82	28.94	0	81
2002	10	7	24.69	16.95	32.88	26.89	25.29	28.49	0	79
2002	10	8	24.77	18.46	33	26.97	25.58	28.44	0.12	81
2002	10	9	23.32	20.62	27.67	26.29	25.69	27.35	0	91
2002	10	10	25.5	22.12	31.13	26.76	25.39	27.81	0.02	86
2002	10	11	24.7	20.51	31.3	27.05	25.74	28.92	0	85
2002	10	12	25.13	19.66	32.51	26.9	25.61	28.39	0	82
2002	10	13	22.74	18.66	29.75	26.28	25.47	27.1	0	89
2002	10	14	23.23	19.17	30.96	25.86	24.77	27.2	0.08	86
2002	10	15	21.05	19.91	22.5	24.97	24.4	25.8	0.47	96
2002	10	16	17.05	11.2	23.36	23.71	22.5	24.38	0	88
2002	10	17	14.72	6.82	24.94	22.18	20.51	23.9	0	79
2002	10	18	14.52	7.29	23.98	21.37	19.95	22.96	0	71
2002	10	19	16.97	7.21	29.13	21.75	19.7	23.95	0	80
2002	10	20	18.9	11.01	29.04	22.6	20.86	24.52	0	81

2002	10	21	22.06	15.77	29.47	23.4	22	24.98	0	83
2002	10	22	22.69	14.95	30.89	24.1	22.37	25.89	0	82
2002	10	23	22.31	19.39	28.24	24.32	23.48	25.34	0	85
2002	10	24	22.16	19.64	27.09	24.37	23.5	25.36	0.12	91
2002	10	25	21.91	18.28	26.76	24.24	23.65	25.16	0	91
2002	10	26	21.9	17.55	27.87	24.29	23.08	25.66	0	87
2002	10	27	22.19	17.18	30.09	24.3	23.07	25.74	0	85
2002	10	28	22.75	16.38	30.77	24.41	22.99	25.9	0	84
2002	10	29	23.81	18.64	30.41	24.76	23.78	26.1	0.03	86
2002	10	30	23.46	17.46	28.4	25.05	24.28	26.39	0.66	86
2002	10	31	17.59	13.18	24.02	23.22	22.23	24.22	0	79
2002	11	1	14.52	14.52	14.52	22.61	22.61	22.61	0	93
2003	5	1	22.69	17.78	29.95	24.61	23.18	26.35	0	82
2003	5	2	23.72	15.23	31.64	25.07	22.7	27.62	0	77
2003	5	3	22.86	15.81	29.72	25.25	23.34	27.13	0	75
2003	5	4	24.25	15.58	32.95	25.59	23.15	28.39	0	76
2003	5	5	24.59	16	32.38	25.96	23.86	28.06	0	73
2003	5	6	25.51	19.29	32.51	26.2	24.46	28.22	0	78
2003	5	7	25.47	17.73	32.85	26.28	24.3	28.45	0	73
2003	5	8	24.98	17.53	33.02	26.44	24.38	28.55	0	77
2003	5	9	25.21	17.28	33.47	26.6	24.4	28.83	0	75
2003	5	10	25.38	17.18	34.01	26.7	24.5	29.05	0	75
2003	5	11	26.19	17.98	33.04	26.92	25.02	29.21	0	76
2003	5	12	24.87	15.95	30.97	26.78	25.6	28.3	0.5	81
2003	5	13	20.88	11.91	31.87	25.89	23.51	28.41	0	64
2003	5	14	23.87	14.46	33.79	26.26	24.06	28.9	0	60
2003	5	15	22.1	14.09	30.09	25.99	24.25	27.57	0	73
2003	5	16	24.16	14.54	32.74	26.07	23.76	28.49	0	74
2003	5	17	26.31	17.1	34.81	27	24.54	29.69	0	72
2003	5	18	24.32	19.52	33.4	26.93	25.53	28.55	0.25	84
2003	5	19	23.67	17.42	34.36	26.18	24.36	28.97	26	85
2003	5	20	22.96	19.02	28.5	25.58	24.03	27.72	0	85
2003	5	21	24.03	18.17	30.39	26.19	23.86	28.6	0	73
2003	5	22	21.8	18.67	26.48	25.01	23.96	26.04	13.5	88
2003	5	23	22.79	19.14	29.08	24.73	23.27	26.73	8.75	91
2003	5	24	25.64	21.48	31.8	26.7	24.37	29.58	0	81
2003	5	25	25.21	18.61	32.04	27.65	24.89	30.73	0	76
2003	5	26	23.48	16.12	30.88	27.51	24.75	30.33	0	76
2003	5	27	24.13	14.84	32.15	27.52	24.6	30.59	0	74
2003	5	28	23.14	14.78	30.09	27.99	25.84	30.7	0	62
2003	5	29	21.71	11.64	29.8	27.17	24.48	29.93	0	67
2003	5	30	24.16	16.16	31.56	27.36	25	29.77	0	67
2003	5	31	25.43	21.1	30.6	27.42	25.81	29.2	0	75
2003	6	1	25.32	22.8	29.89	26.68	26.1	27.47	0.25	85
2003	6	2	24.9	20.43	32.24	26.85	25.64	28.83	8.5	86
2003	6	3	23.15	17.14	30.1	25.93	23.89	28.18	51.5	89
2003	6	4	23.23	20.96	28.4	25.33	24.13	27.01	28.75	91
2003	6	5	25.07	19.48	31.91	26.86	24.32	29.53	8.75	85
2003	6	6	25.96	21.42	32.29	27.4	25.52	29.2	0	83
2003	6	7	25.56	22.44	31.62	27.32	25.74	28.95	6.5	86
2003	6	8	26	22.15	31.51	27.18	25.03	29.17	47.75	85
2003	6	9	26.61	21.09	33.1	27.94	25.84	30.38	0	81
2003	6	10	26.37	19.92	33.92	28.34	25.98	30.88	0.25	78
2003	6	11	27.12	20.17	34.2	28.76	26.58	31.03	0	76
2003	6	12	25.04	20.57	32.21	28.28	26.82	29.83	13.25	84
2003	6	13	24.94	20.17	32.06	27.8	26.03	30.05	0	85
2003	6	14	25.44	20.13	33.88	27.9	25.92	30.34	0	84
2003	6	15	26.66	20.21	34.49	28.38	26.19	30.9	0	81
2003	6	16	25.12	21.03	31.12	27.91	26.75	29.21	0	86
2003	6	17	25.92	21.15	31.41	27.63	26.14	29.19	0	83
2003	6	18	24.94	21.28	31.97	27.45	26.4	28.96	15.5	89
2003	6	19	25.22	23.18	28.9	27.28	26.4	28.36	16.25	90
2003	6	20	22.71	21.58	23.75	25.94	25.36	26.91	30.5	96
2003	6	21	25.4	21.32	31.76	26.71	24.93	28.79	58.5	87
2003	6	22	24.79	21.23	29.58	26.99	25.75	28.29	2.25	90
2003	6	23	25.86	20.95	31.54	27.78	26.1	29.81	0	76
2003	6	24	24.78	17.17	31.98	27.9	25.81	30.07	0	71
2003	6	25	24.6	17.19	31.85	27.84	25.74	30	0	74
2003	6	26	25	16.44	33.7	27.76	25.54	29.87	0	75
2003	6	27	26.06	18.89	33.14	28.22	26.18	30.56	0	76
2003	6	28	24.98	21.19	30.96	28.16	26.97	29.33	1.25	86
2003	6	29	25.04	21.42	30.31	27.41	26.45	28.56	0.25	84
2003	6	30	26.32	22.45	33.47	28.07	26.55	30.07	0.25	81
2003	7	1	26.59	22.13	32.17	28.31	26.84	30.01	0	81
2003	7	2	25.24	22.95	32.27	27.9	26.92	29.2	6.75	87

2003	7	3	24.74	22.3	30.38	27.14	26.55	28	2.25	89
2003	7	4	25.54	21.52	31.92	27.42	26.12	28.59	0	85
2003	7	5	26.04	20.32	33.9	27.95	25.99	30.19	0	81
2003	7	6	26.16	21.66	32.46	28.23	26.73	30.03	15.25	88
2003	7	7	27.84	22.86	34.7	28.8	27.08	30.9	0	77
2003	7	8	28.01	21.76	36.04	29.11	27.27	31.15	0	78
2003	7	9	28.31	21.76	35.15	29.5	27.42	31.77	0	77
2003	7	10	27.23	22.61	33.35	29.49	28.15	31.12	0.5	85
2003	7	11	26.32	21.46	33.81	29.02	27.4	30.89	0.75	83
2003	7	12	25.72	21.03	33.5	28.61	27.08	30.04	0	85
2003	7	13	23.26	21.22	27.45	27.64	27.04	28.34	1.25	92
2003	7	14	24.4	20.79	31.57	27.09	26.17	29.12	41.25	90
2003	7	15	24.38	21.06	30	26.84	25.87	28.01	0	90
2003	7	16	25.65	21.25	32.6	27.24	25.99	28.86	0	83
2003	7	17	26.73	21.81	33.97	28.12	26.44	30.11	0	81
2003	7	18	26.35	20.48	33.82	28.39	26.68	30.4	0	80
2003	7	19	26.99	20.28	33.97	28.52	26.72	30.44	0	77
2003	7	20	26.56	22.39	32.7	28.5	27.48	29.94	0	81
2003	7	21	26.53	21.27	33.4	28.41	26.86	30.2	0	80
2003	7	22	24.49	22.31	30.38	27.77	27.12	28.32	11.5	89
2003	7	23	26.33	22.52	32.13	27.81	26.28	29.5	0.25	82
2003	7	24	24.55	22.11	33.04	27.56	26.76	28.65	13.5	89
2003	7	25	24.41	19.91	32.84	27.41	25.82	29.43	6	88
2003	7	26	26.03	21.51	33.79	27.95	26.36	30.1	0	81
2003	7	27	26.47	20.14	34.77	28.25	26.49	30.11	7.25	81
2003	7	28	25.94	21.62	31.97	28.2	26.86	29.43	4	87
2003	7	29	26.45	21.76	33.4	28.38	26.58	30.59	0	80
2003	7	30	25.12	21.28	32	27.92	26.92	28.93	0.25	88
2003	7	31	25.25	21.13	31.84	27.7	26.45	29.33	5.75	86
2003	8	1	24.95	20.87	32.64	27.71	26.4	29.53	9.5	88
2003	8	2	23.69	21.68	31.88	27.33	26.48	29.24	18.75	92
2003	8	3	24.92	21.61	31.18	27.36	26.13	28.73	17	90
2003	8	4	25.34	20.83	30.76	27.3	26.15	28.39	1	89
2003	8	5	25.53	21.55	31.05	27.28	26.11	28.36	4.25	91
2003	8	6	26.28	22.15	31.47	27.75	26.34	29.52	0	86
2003	8	7	24.54	22.67	30.32	27.32	26.69	28.11	24	93
2003	8	8	25.17	22.41	29.82	27.07	26.24	28.04	10.75	90
2003	8	9	25.02	22.53	28.5	27.27	26.46	28.19	0	89
2003	8	10	26.05	22.58	31.98	27.76	26.48	29.41	0	84
2003	8	11	25.92	22.5	32.33	27.86	26.68	29.25	2.25	86
2003	8	12	25.85	22.42	31.88	27.67	26.66	28.65	9.25	88
2003	8	13	26.33	22.06	32.14	28.11	26.59	29.99	0.75	82
2003	8	14	26.18	23.16	30.67	28.28	27.09	29.83	1.75	86
2003	8	15	25.47	22.36	31.46	28.24	27.24	29.5	9.25	91
2003	8	16	26.67	20.88	33.54	28.13	26.72	29.89	0	82
2003	8	17	26.22	21.28	32.96	28.3	27.05	29.56	0	84
2003	8	18	25.78	21.06	33.1	27.95	26.8	29.21	0	86
2003	8	19	25.4	21.52	31.8	27.51	26.71	28.21	0	87
2003	8	20	25.05	19.98	32.78	27.51	26.21	29.12	1.25	84
2003	8	21	24.46	20.39	31.54	27.16	26.36	28.3	27.25	89
2003	8	22	24.19	21.77	31.77	26.95	26.1	28.32	2	92
2003	8	23	23.73	20.65	31.29	26.82	25.99	27.9	0	91
2003	8	24	26.46	19.55	33.81	27.26	25.66	29.02	0	80
2003	8	25	25.84	20.23	33.68	27.84	26.42	29.43	0	84
2003	8	26	26.18	20.85	33.84	28.01	26.76	29.43	2.5	85
2003	8	27	27.1	22.2	34.04	28.44	27.11	29.97	0.5	83
2003	8	28	25.7	20.86	33.56	28.22	27.08	29.56	8.5	87
2003	8	29	26.09	21.32	33.99	27.99	26.84	29.85	49.5	85
2003	8	30	25.93	21.43	33.15	27.94	26.71	29.33	0.25	88
2003	8	31	26.99	21.9	33.19	28.32	27.18	29.66	0	80
2003	9	1	24.93	22.19	31.59	27.93	27.22	28.87	13	90
2003	9	2	25.08	21.09	33.17	27.55	26.61	28.99	24.25	90
2003	9	3	25.37	22.52	32.04	27.6	26.71	29.06	57.75	91
2003	9	4	24.3	21.65	29.25	27.19	26.49	27.76	5.75	92
2003	9	5	24.28	21.49	28.66	26.8	26.19	27.41	0.25	92
2003	9	6	24.86	21.66	30.98	26.9	26.12	27.95	1.25	90
2003	9	7	22.42	20.43	26.32	26.51	26.02	27.04	0	89
2003	9	8	22.9	19.46	28.15	26.18	25.6	26.92	0	89
2003	9	9	23.2	17.7	30.72	25.97	24.64	27.42	0	86
2003	9	10	23.68	17.39	30.84	26.18	24.82	27.53	0	83
2003	9	11	22.89	18.3	29.6	26.09	24.95	27.32	0	83
2003	9	12	23.44	16.53	31.41	26.06	24.5	27.72	0	80
2003	9	13	24.83	18.27	32.4	26.49	25.06	28.09	0	80
2003	9	14	25.37	19.69	32.65	26.94	25.66	28.3	0	79
2003	9	15	24.74	19.04	31.96	26.9	25.61	28.32	0	81

2003	9	16	23.96	18.38	31.2	26.67	25.58	28.05	0	81
2003	9	17	23.4	16.5	29.85	26.18	25.51	27	0	81
2003	9	18	21.26	13.62	31.04	25.39	23.77	27.24	0	76
2003	9	19	22.68	14.42	31.53	25.23	23.76	26.68	0	74
2003	9	20	25.7	19.32	32.53	25.91	24.85	27.11	0	82
2003	9	21	24.76	21.24	30.29	26.05	25.46	26.6	4.75	90
2003	9	22	25.75	20.68	32.47	26.24	25.06	27.62	0	83
2003	9	23	25.4	21.03	30.3	26.71	25.99	27.69	2	89
2003	9	24	24.79	20.32	31.94	26.44	25.59	27.55	0.25	90
2003	9	25	23.89	19.98	32.79	26.25	25.5	27.66	22.75	90
2003	9	26	22.86	19.8	29.41	25.61	24.81	26.49	1.5	91
2003	9	27	24.6	19.61	31.4	26.02	24.84	27.46	0	88
2003	9	28	25.05	20.63	32.59	26.31	25.3	28	72.75	86
2003	9	29	19.11	16.7	23.32	24.35	23.7	25.28	0	71
2003	9	30	20.52	16.88	25.3	23.49	22.79	24.12	0	71
2003	10	1	19.18	16.39	22.95	23.19	22.76	23.61	1.5	85
2003	10	2	18.67	12.97	24.33	22.82	22.01	23.54	0	85
2003	10	3	20.18	14.07	27.12	22.93	21.91	23.96	0	84
2003	10	4	22.53	16.2	31.34	23.73	22.43	25.4	0	83
2003	10	5	22.81	16.3	30.92	24.15	22.89	25.56	0	83
2003	10	6	23.37	17.86	30.39	24.5	23.42	25.66	0	81
2003	10	7	21.23	17.39	28.49	24.01	23.53	25.01	53.75	93
2003	10	8	22.91	19.36	29.46	24.04	23.26	25.2	0	90
2003	10	9	21.69	18.96	26.79	24.21	23.71	24.86	0	92
2003	10	10	22.49	18.82	27.5	24.2	23.57	25.01	0	90
2003	10	11	21.33	19.26	24.74	23.88	23.52	24.27	22.25	95
2003	10	12	22.25	20.04	26.16	23.69	23.25	24.26	1.25	95
2003	10	13	23.05	20.62	27.57	24.02	23.54	24.66	14.5	95
2003	10	14	24.6	21.4	29.99	24.9	24.15	26.05	0	88
2003	10	15	17.78	11.06	24.4	23.69	22.39	24.86	0	71
2003	10	16	17.58	8.64	27.64	22.14	20.62	23.76	0	81
2003	10	17	20.62	14.42	28.43	22.67	21.43	24.38	0	85
2003	10	18	19.77	14.58	27.3	22.77	21.43	24.35	0	84
2003	10	19	18.77	14.06	25.52	22.44	21.11	23.86	0	83
2003	10	20	18.27	10.56	27.75	21.88	20.11	23.7	0	84
2003	10	21	19.62	12.28	28.23	22.21	20.36	24.39	0	79
2003	10	22	21.86	16.89	29.66	22.54	21.04	24.48	0	73
2003	10	23	19.15	11.83	27.22	22.3	20.9	24.08	0	72
2003	10	24	19.17	10.4	29.95	21.84	19.78	24.14	0	78
2003	10	25	20.61	12.74	29.28	22.1	20.42	23.77	0	81
2003	10	26	20.59	15.97	25.38	22.21	21.15	23.16	0	90
2003	10	27	22.04	20.05	27.12	22.64	21.78	23.54	0	91
2003	10	28	22.4	18.48	26.72	22.87	22.23	23.74	8.5	91
2003	10	29	17.84	9.77	24.45	22.43	21.2	23.92	0	79
2003	10	30	17.28	7.61	27.28	20.99	19.05	22.78	0	85
2003	10	31	20.67	14.46	28.46	21.57	20	23.17	0	84
2003	11	1	18.89	18.89	18.89	21.85	21.85	21.85	0	97