

LUCIANO DE MELO MOREIRA

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE
FORRAGEIRAS TROPICAIS INTRODUZIDAS EM PASTAGEM DE
CAPIM-GORDURA DEGRADADA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

LUCIANO DE MELO MOREIRA

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE
FORRAGEIRAS TROPICAIS INTRODUZIDAS EM PASTAGEM DE
CAPIM-GORDURA DEGRADADA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

Aprovada: 09 de outubro de 2000.

Prof. Domício do Nascimento JR.
(Conselheiro)

Prof. José Ivo Ribeiro JR.
(Conselheiro)

Prof. José Alberto Gomide

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

A Deus, pela saúde e pelo equilíbrio para aproveitar as oportunidades.

Aos meus irmãos Rodrigo, Jussara, Cláudia e Valquíria, pelo apoio incondicional e pela harmoniosa família que formamos.

Aos meus pais Rubem e Heliodéa, por serem
meu alicerce e por me darem o amor mais puro,

MINHA GRATIDÃO E HOMENAGEM.

À minha Luciana, pelo amor, pela cumplicidade
e pelo apoio irrestrito em todos os momentos. Ao
seu lado há mais equilíbrio, porque há mais luz.

“...estou de volta, já faz tempo que deixei o meu lugar
isso se deu quando moço, que eu saí a procurar
na ilusão que há no mundo, na bravura que há por lá
saltei por profundos poços que o tihoso fez por lá
Jesus livrou, desde eu moço, do raivoso me apanhar
já passei por tantas provas, ainda tem prova a enfrentar
vou cantando minhas trovas, que ajuntei no caminhar
lá no céu vejo a lua nova, companheira no estradar.

Ele ensinou que nós vivéssemos a vida aqui só por passar
que nós, então, evitássemos o mau desejo, e o coração porfiássemos
para ser branco, ainda mais puro que o capucho do algodão
que não juntássemos, dividíssemos, nem negássemos a quem pedisse
o nosso amor, o nosso bem, nossos terem, nosso perdão
só assim vemos a face augusta do que habita os altos céus
o piedoso, o manso e justo, o fiel, o compassivo
Senhor de mortos e vivos, nosso pai e nosso Deus
dizem que haveria de voltar, quando essa Terra pecadora
mergulhada em transgressão, tivesse cheia de violência
de rapina, de mentira e de ladrão.”

(adaptado de ELOMAR FIGUEIRA DE MELO)

AGRADECIMENTO

Ao Departamento de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao professor e orientador Dilermando Miranda da Fonseca, pela forte amizade estabelecida ainda nos tempos da graduação, pelo ótimo convívio pessoal e profissional, pela valiosa orientação, compreensão, pelo apoio e pelos ensinamentos prestados em todas as atividades desenvolvidas.

Ao professor Domicio do Nascimento Júnior, pela amizade, pela orientação na execução do experimento, pelo apoio nos momentos mais difíceis e pelas sugestões na interpretação dos dados.

Ao professor José Ivo Ribeiro Júnior, pela amizade, pelos aconselhamentos, pelo auxílio e pela orientação nas análises estatísticas e pelas sugestões na interpretação dos dados.

Ao professor José Antônio Obeid, pela grande amizade, pela valiosa orientação na condução do experimento e pelo apoio em todos os momentos.

Aos professores Odilon Gomes Pereira e José Alberto Gomide, pelas sugestões decisivas na discussão do trabalho e pela amizade.

Ao Engenheiro-Agrônomo Rodrigo de Oliveira Lima da Solos e Nutrição de Plantas Consultoria, pelo fornecimento das sementes de estilosantes.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa de estudos.

Aos funcionários do Setor de Forragicultura, Nicolau e Egídio, pela amizade, pelo apoio e pela eficiência na execução do experimento e pelo ótimo convívio pessoal e profissional.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Monteiro, Vera, Valdir, Wellington, Sérgio, Fernando e Sr. Jorge, pelo apoio na realização das análises laboratoriais, e Venâncio, Celeste, Paulon, Adilson e Raimundo, pelo apoio diário nas diversas necessidades, e à funcionária do xerox, Raquel, pela paciência no atendimento. A todos minha sincera amizade.

Aos “companheiros” Rodrigão, Aurélio, Rodrigo Andorinha, Blau, Christiano Nascif, Joelton, Nepomuceno, Estevinho, Cássio Giovani, Márcio Alípio, Nego, Bola, Kuadum, Maurício Dentista, Maurício Agrícola, Ari Júnior e Valdir, eternos amigos.

Aos companheiros de república, meus primos Luiz, Leonardo e Lucas, ao amigo Leonardo Paresqui e à secretária Luciana, pela honestidade demonstrada e ótima convivência.

Aos amigos e também estagiários Rogério Xará, Welton Pudim, Hércules, Ana Paula, Trícia e Paulão Rio Pardo, sem os quais não seria possível implantar e conduzir o experimento, minha gratidão.

Aos amigos e colaboradores Anderson Jorge e Sérgio Braz, pela paciência, pelo entusiasmo nos debates e pelos ensinamentos em atividades desenvolvidas no nosso dia-a-dia.

Aos acadêmicos Alessandro Pivô, Jaílson Ratinho, Adriana, Juliana, Salete, Kelvin, Policarpo, Carla, Aldrin, Gracelli, Luciano Cabral, Paulo Gomes, Cláudio Manoel, Rafael, Andrezão, Cláudio Samara, André Sorriso, Guga, Joanis, Andréia, Moacir, Bevaldo, Fabiano, Cristina, Viviane, Vidal, Toninho Gesualdi, Rivelino, Marcos Paraíba, Marco Antônio, Alex, Eduardo Mesquita,

Rogério, Alessandra, Alexandre Bodão, Karina, Emerson e Poliana, pela amizade estabelecida durante a nossa convivência.

Aos amigos professores Juquinha, Maria Ignês, Ricardo “Bajá”, Zé Maurício, Giovane, Bento, Mário Paulino, Aloísio, Zé Carlos, Oswaldo e Paulo Berg Marajá, por humanizarem nossas relações e contribuírem de forma mais direta na minha formação acadêmica.

Aos familiares Vera Lúcia, Maria Umbelina, Josefina, Maria Helena, Geraldo e Lourdes, pelo apoio na fase final do trabalho, tornando os momentos compartilhados imensamente agradáveis.

Aos meus cunhados Maurício, Elmo e Vera Lúcia, aos amigos de Sete Lagoas Roger, Tales, Marão, Arruda, Flávio, Josino, Ivan Mala, Eduardo, Giu, Toninho, Ernani, Warley, Betão, Heloísa, Giórgia, Eduardo Oliveira, Cíntia e Cacá e à família Délio Moreira, que sempre estiveram de braços abertos, quando eu retornava à terra natal.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

BIOGRAFIA

LUCIANO DE MELO MOREIRA, filho de Rubem de Melo Moreira e Heliodéa Ismênia Moreira, nasceu em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, em 07 de abril de 1972.

Em dezembro de 1997, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Pos-graduação em nível de Mestrado em Zootecnia na UFV, concentrando os estudos na área de Forragicultura e Pastagens, defendendo tese em 09 de outubro de 2000.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Local	20
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	20
3.3. Estabelecimento e manejo das forrageiras	21
3.4. Condução do experimento	27
3.5. Procedimentos laboratoriais	30
3.6. Análises estatísticas	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Primeiro corte	33
4.1.1. Produção de matéria seca	33

4.1.2. Proteína bruta	43
4.1.3. Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido	51
4.1.4. Composição mineral	57
4.1.4.1. Fósforo e potássio	57
4.1.4.2. Cálcio e magnésio	63
4.2. Segundo corte	69
4.2.1. Produção de matéria seca	69
4.2.2. Proteína bruta	76
4.2.3. Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido	84
4.2.4. Composição mineral	89
4.2.4.1. Fósforo e potássio	89
4.2.4.2. Cálcio e magnésio	94
5. RESUMO E CONCLUSÕES	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

RESUMO

MOREIRA, Luciano de Melo, M.S. Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2000. **Rendimento e composição químico-bromatológica de forrageiras tropicais introduzidas em pastagem de capim-gordura degradada.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Conselheiros: Domicio do Nascimento Júnior e José Ivo Ribeiro Júnior.

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com o objetivo de avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica do capim-braquiária e do capim-jaraguá adubados com N ou em consórcios com estilosantes introduzidos em pastagem de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) degradada. O arranjo experimental consistiu de um fatorial (2 x 4) + 2, que correspondeu, respectivamente, a duas espécies, *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) e *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg/ha) e dois tratamentos adicionais referentes aos dois consórcios, *B. decumbens* + *Stylosanthes guianensis* (estilosantes) e *H. rufa* + *S. guianensis*, em blocos ao acaso com três repetições. A adubação nitrogenada, na forma de uréia, parcelada em duas vezes, foi realizada em cobertura, conforme o tratamento. Após o estabelecimento das espécies forrageiras, foram realizadas duas avaliações, com um corte em agosto de 1999 (primeiro corte) e outro em dezembro de 1999

(segundo corte). As produções de matéria seca (MS) do capim-braquiária aumentaram ($P < 0,01$) em resposta às doses de N, no primeiro e segundo cortes, mas em nenhum dos cortes houve resposta ($P > 0,05$) do capim-jaraguá. O capim-braquiária, nos dois cortes, foi superior ($P < 0,05$) ao capim-jaraguá em rendimento forrageiro. Os teores de proteína bruta (PB) do capim-braquiária variaram de forma positiva ($P < 0,01$), em função das doses de N, apenas no primeiro corte. Já o capim-jaraguá apresentou incremento nos teores de PB, no primeiro ($P < 0,01$) e segundo cortes ($P < 0,05$). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim-braquiária foram mais baixos ($P < 0,05$) que aqueles verificados no capim-jaraguá. Quando se elevaram as doses de N, houve diminuição ($P < 0,05$) do teor de P nas duas espécies, em ambos os cortes, mas não diferiram entre si ($P > 0,05$) dentro das diferentes doses de N. Os teores de K encontrados nas duas gramíneas situaram-se abaixo dos níveis críticos encontrados na literatura, mas, quando comparados entre si, houve superioridade ($P < 0,05$) do capim-braquiária nos dois cortes. As gramíneas apresentaram altas concentrações de Ca na parte aérea, em ambos os cortes, porém não houve diferenças ($P > 0,05$) nas diferentes aplicações de N. Os teores de Mg do capim-braquiária foram superiores ($P < 0,05$) nos dois cortes, quando as gramíneas foram comparadas. De forma geral, as produções de matéria seca nos consórcios capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes foram superiores ($P < 0,05$) às duas gramíneas adubadas com diferentes doses de N. A leguminosa mostrou-se bem adaptada à região, fato verificado pela alta produção de MS nos dois cortes, reduzindo a participação das gramíneas associadas. Quando os tratamentos relativos aos consórcios capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes foram comparados entre si, houve melhores respostas ($P < 0,05$) das características avaliadas no tratamento em que a leguminosa foi associada ao capim-braquiária.

ABSTRACT

MOREIRA, Luciano de Melo, M.S. Universidade Federal de Viçosa, october 2000. **Yield and chemical-proximal composition of tropical forage introduced in a degraded molassesgrass pasture** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Committee Members: Domicio do Nascimento Júnior and José Ivo Ribeiro Júnior.

The experiment was carried out at the Departamento de Zootecnia of Universidade Federal de Viçosa, to evaluate the productivity and the chemical-proximal composition of the *Brachiaria decumbens* (signalgrass) and of the *Hyparrheniagrass rufa* (jaraguagrass) fertilized with N or in consortia with *Stylosanthes guianensis* (Stylosanthes), introduced in degraded molassesgrass pasture (*Melinis minutiflora*, Beauv.). A complete randomized blocks experimental design with three replications consisted of a (2 x 4) + 2 factorial arrangement that respectively corresponded to the two species, signalgrass and jaraguagrass, four doses of N (0, 50, 100 and 150 kg/ha) and two additional treatments referent to the two consortia, *B. decumbens* + *Stylosanthes guianensis* and *H. rufa* + *S. guianensis*. The nitrogen fertilization, in the urea form, dispersed in two times, was broadcast applied, according to the treatment. Dolomite limestone was broadcast applied (1.7 t/ha) and the phosphate fertilizer was applied (90 kg/ha of P₂O₅) in an open furrow spaced by one meter. The

potassium fertilizer (60 kg/ha of K_2O) was mixed to micronutrients (30 kg/ha of FTE BR 12) and broadcast applied in a unique dose. After the establishment of the forage species two evaluations were realized, with a cut in August of 1999 (first cut) and another in December of 1999 (second cut). The dry matter productions (DM) of the signalgrass increased ($P < 0,01$) in response to the N doses, as much in the first cut as in the second cut, but in none of the cuts were observed response ($P > .05$) of the jaraguagrass. The signalgrass, in both cuts, was superior ($P < .05$) to the jaraguagrass in forage yield. The crude protein (CP) contents of the signalgrass positively changed ($P < .01$), in function of the N doses, only in the first cut. While the jaraguagrass presented increment in the CP content, in the first ($P < .01$) and in the second cuts ($P < .05$). The neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content of the signalgrass were lower ($P < .05$) than those observed for the jaraguagrass. As the N doses increase a decrease ($P < .05$) of the P content was observed in both species, in both cuts, but they did not differ to each other ($P > .05$) within the different N doses. The K content observed for the two grasses was situated below the critical levels established in the literature, but when compared to each other, there was superiority ($P < 0,05$) of the signalgrass in the two cuts. The grasses presented high Ca concentrations in the aerial part, as much in the first cut as in the second, but no differences ($P > .05$) among them in the different N fertilization was observed. The Mg content of the signalgrass was higher ($P < .05$) in the two cuts, when the grasses were compared. In a general way, the consortia signalgrass and Stylosanthes and jaraguagrass and Stylosanthes was higher ($P < .05$) than the two grasses fertilized with different N doses. The legume showed a well adaptation to the area, fact observed by the high DM production in the two cuts, reducing the participation of the associated grasses. When the treatments of the consortia signalgrass and Stylosanthes and jaraguagrass and Stylosanthes was compared to each other, better response ($P < .05$) was observed for the evaluated characteristics when the legume was associated to the signalgrass.

1. INTRODUÇÃO

A Zona da Mata de Minas Gerais é caracterizada por áreas montanhosas, de relevo acidentado, solos ácidos e de baixa fertilidade. Segundo LOMBARDI NETO (1993), as pastagens naturalizadas estão localizadas nessas áreas marginais, devido ao próprio planejamento das propriedades agrícolas, já que as áreas nobres são ocupadas com as lavouras, mais exigentes em fertilidade do solo e mais rentáveis que a pecuária. Também, em virtude de as áreas de baixada constituírem pequena porção dessa região, a produção animal é extensiva e concentrada nas grandes áreas de montanhas.

As gramíneas de origem africana introduzidas no Brasil acidentalmente, com a vinda dos primeiros escravos, foram de grande importância no desenvolvimento da pecuária nacional, pois possibilitaram elevação da capacidade de suporte, do ganho por animal e, conseqüentemente, da produtividade dos rebanhos. Nestas introduções, predominaram os capins-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.), colômbio e guiné (*Panicum maximum*, Jacques.), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Ness) Stapf), angola (*Brachiaria mutica*) e quicúio (*Pennisetum clandestinum*), restritos a regiões subtropicais.

Essas forrageiras, após anos sob pastejo e sem as devidas recomendações de manejo, apresentaram queda de produtividade, iniciando o processo de degradação. A alternativa foi procurar a “forrageira milagrosa” e dessa forma, chegou-se ao que foi denominado de ciclo dos capins. Essa busca foi incessante e

foram utilizadas diversas forrageiras de forma indevida e com poucos estudos de adaptação e manejo (ZIMMER e CORRÊA, 1993).

O capim-gordura é a forrageira naturalizada e predominante na Zona da Mata de Minas, mas, apesar de bem adaptada e pouco exigente em nutrientes, apresenta baixo rendimento, podendo suportar sob pastejo contínuo, aproximadamente, apenas 0,4 UA/ha.ano (unidade animal = 450 kg), em um regime extrativista de produção animal (TORRES et al., 1980; TORRES et al., 1982; e BROCKINGTON et al., 1986).

Entre as várias espécies do gênero *Brachiaria*, a *B. decumbens*, Stapf, caracteriza-se por proporcionar ótima cobertura de solo, mesmo em regiões montanhosas, e ganhos/animal elevados, além de uma capacidade de suporte relativamente alta em relação a outras gramíneas, principalmente, pelo seu potencial de maior produção de forragem, inclusive quando submetida a lotações animais mais elevadas (BOTREL e XAVIER, 2000).

Nas regiões montanhosas da Zona da Mata de Minas, também pode ser verificado que o capim-jaraguá ainda persiste ao lado do capim-gordura em algumas áreas de pastagens naturais, denotando a adaptação da gramínea à região, porém, devido à sua maior exigência em nutrientes, ao manejo mais intensivo e à gradativa exaustão da fertilidade do solo, refletida pelo inadequado manejo das pastagens, tem tido frequência cada vez mais reduzida na composição botânica dessas áreas.

O inadequado manejo aplicado às pastagens ao longo dos anos e as características químicas desses solos explicam a baixa produtividade e qualidade das forrageiras. Isso tem proporcionado grandes perdas da camada superficial do solo e permitido a invasão e dominância de outras espécies, na maioria sem interesse forrageiro, ocasionando um processo dinâmico de degradação das pastagens (CÓSER e CRUZ FILHO, 1989).

O nitrogênio (N) é um dos principais nutrientes para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras ao longo dos anos, pois é o constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético, por meio de sua participação na molécula de clorofila. Portanto, se não fornecido

mais freqüentemente, acarreta redução na produção a pasto, iniciando o processo de degradação (MYERS e ROBBINS, 1991; MEIRELLES, 1993; e WERNER, 1994).

Em países de clima temperado, pelo menos 50% da produtividade dos pastos está em função da grande utilização de fertilizantes químicos, principalmente os nitrogenados (JARVIS et al., 1995). No entanto, diferente dos outros nutrientes essenciais, o N tem sua disponibilidade regulada por componentes bióticos. A quebra das ligações C-N e a mineralização do N disponível para a absorção pelas plantas são dispendiosas para os microrganismos do solo, em termos de energia e enzimas. Por isso, a composição química dos resíduos das plantas tem papel fundamental no controle da decomposição da matéria orgânica e no balanço entre mineralização e imobilização do N. A conservação e reutilização do nutriente (eficiente ciclagem) e a utilização da fixação biológica por leguminosas forrageiras como fonte alternativa de N surgem como opções para obtenção de melhores produtividades (GILLER et al., 1994; DÖBEREINER, 1997).

O principal fator de adaptação de plantas que se tornam mais eficientes na absorção de nutrientes em solos de baixa fertilidade, especialmente em gramíneas tropicais, é o intenso desenvolvimento do sistema radicular, podendo ser observado pela magnitude de incorporação de carbono no solo, muitas vezes superior ao de outras culturas, ou mesmo da mata nativa (FISHER et al., 1994). Contudo, para absorção de N, essa adaptação torna-se irrelevante, uma vez que o nutriente apresenta alta mobilidade no solo, sendo transportado até a raiz predominantemente pelo mecanismo de fluxo de massa, no qual a taxa de transpiração da planta passa a ser o fator preponderante (NOVAIS e SMYTH, 1999). Além disso, seu ciclo é extremamente “fraco” (*leaky*) comparado ao de outros nutrientes, podendo haver perdas gasosas (N_2 , N_2O e NH_3) e por lixiviação de NO_3^- para fora do sistema (MARSCHNER, 1995).

MARSCHNER (1995) argumenta que a planta absorve a maior parte do N disponível no solo por fluxo de massa, e a forma preferencialmente absorvida é o nitrato (NO_3^-). Porém, em solos ácidos, plantas adaptadas podem absorver

preferencialmente amônio (NH_4^+) e, secundariamente, NO_3^- , maximizando o uso da forma em que o N se encontra no solo.

Os capins-braquiária e jaraguá são morfofisiologicamente diferentes no que diz respeito a hábito de crescimento, rebrotação, elevação de meristema apical e época e frequência de florescimento, mas são gramíneas que se mostram bem adaptadas às condições edafoclimáticas a que são submetidas na Zona da Mata de Minas, podendo responder melhor à adubação nitrogenada, ou ser utilizadas em consórcio com leguminosas fixadoras de N, e, portanto, substituir o capim-gordura nessas pastagens naturalizadas como alternativa para viabilizar a solução para o problema de sua degradação. Com isso, pode-se aumentar a produtividade e o valor nutritivo do pasto, permitir a sustentabilidade do sistema e tornar a produção animal racional e economicamente viável para a região.

Assim, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica do capim-braquiária e do capim-jaraguá adubados com N ou em consórcios com estilósantes, introduzidos em pastagem de capim-gordura degradada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Por definição, considera-se que uma pastagem está degradada quando sofreu diminuição considerável na sua produtividade potencial para as condições edafoclimáticas e bióticas a que está submetida (SPAIN e GUALDRON, 1991), ocasionada por um processo evolutivo de perda do vigor e da capacidade de recuperação natural, tornando-a incapaz de manter determinado número de animais por certo período de tempo e superar efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras (MEIRELLES, 1993; MACEDO, 1995).

Em geral, a perda da capacidade produtiva das pastagens está intimamente relacionada ao manejo inadequado durante vários anos. No entanto, há casos em que problemas ligados ao seu estabelecimento concorrem para sua degradação. Superpastejo, deficiência de N e de outros nutrientes e uso excessivo da queima são os principais agravantes que contribuem para a situação encontrada hoje nas pastagens (EMBRAPA, 1993).

O estabelecimento de critérios acurados para avaliar estádios de degradação de pastagens cultivadas é tarefa difícil, tendo em vista a diversidade das espécies com relação às suas características morfofisiológicas e dos ecossistemas em que são cultivadas. Distúrbio fisiológico da espécie principal, mudanças na composição botânica da área, invasão de novas espécies, desaparecimento da espécie principal e diminuição da densidade de invasoras menos palatáveis (por meio do consumo pelos animais), provocando áreas de

solo descoberto, constituem as principais fases de degradação de uma pastagem, e, uma vez atingida a última fase, o restabelecimento da sua capacidade produtiva torna-se bastante oneroso (Stoddart, citado por NASCIMENTO JR. et al., 1994).

O problema toma proporções maiores na região central do país, onde se encontram as pastagens do ecossistema Cerrados. O bioma possui uma área aproximada de 201,7 milhões de hectares e, segundo dados do IBGE (1985), somente a região Centro-Oeste possuía cerca de 30,2 milhões ha ocupados por pastagens cultivadas e 28,9 milhões ha por pastagens naturais. Em censo mais recente (IBGE, 1994), as cultivadas já ocupavam 45 a 50 milhões ha e, de acordo com MACEDO (1995), poderia estar em 60 milhões ha, dado ao imenso potencial desse ecossistema. Apesar do aumento da área cultivada, CORRÊA (1995) argumentou que, com o tempo, a pressão de pastejo exercida nessas pastagens foi aumentando gradativamente, em virtude da redução da entrada de energia no ecossistema e das grandes saídas (produto animal), reduzindo a produção de matéria seca disponível, sem, contudo, haver diminuição da lotação animal ao longo do ano, o que resultou na não-sustentabilidade do ecossistema, comprovada pela degradação parcial ou total de cerca de 50% desses 50 milhões ha de pastagens cultivadas.

Em grandes áreas de pastagens, sem subdivisões, o livre acesso dos animais a toda área favorece sua seletividade pela forragem (MEIRELLES, 1993) e reduz a capacidade protetora do solo, raleando áreas superpastejadas (LOMBARDI NETO, 1993). Também a localização inadequada de cercas, bebedouros e cochos forçam os animais a seguirem sempre os mesmos caminhos, causando pisoteio excessivo da vegetação e do solo. Uma prática recomendada é o pastejo rotativo, que consiste em determinado número de piquetes, nos quais o gado é alternado dentro de dada seqüência (MEIRELLES, 1993; LOMBARDI NETO, 1993).

O sistema de pastejo animal sobre as plantas forrageiras ganha importância no processo de degradação de pastagem, principalmente pela possibilidade de ajustá-lo às condições de produção da mesma. Assim, em

condições que limitam a produtividade e os períodos de estresse, a pressão de pastejo deve ser reduzida, de modo a não comprometer a sobrevivência da planta. A taxa de lotação animal na pastagem deve estar compatibilizada com sua taxa de crescimento momentânea, a fim de representar pressão ótima de pastejo que não comprometa a persistência da forrageira na pastagem e o equilíbrio do complexo clima-solo-planta-animal (NASCIMENTO JR. et al., 1994).

Segundo SOARES FILHO et al. (1992), entre as causas que têm levado as pastagens cultivadas à degradação, o esgotamento da fertilidade do solo e o manejo inadequado das plantas são os mais comuns. ROCHA (1985) argumenta que esses fatores têm conduzido os pecuaristas a uma cíclica substituição das espécies forrageiras, sempre no sentido de buscar aquelas consideradas menos exigentes em nutrientes e, freqüentemente, de menor valor nutritivo. Nessas condições, o capim-colônião cedeu lugar às braquiárias, no Estado de São Paulo, nas duas últimas décadas. Entretanto, em algumas regiões desse Estado, pastagens constituídas por essas gramíneas já se encontram em estádios avançados de degradação.

As pastagens cultivadas formadas exclusivamente com gramíneas necessitam de uma fonte de N (química ou biológica) para sua reposição, com o objetivo de manter a produção de matéria seca e evitar, conseqüentemente, a degradação e a redução dos ganhos de peso vivo por animal e por área. Conforme WERNER (1986), a deficiência de N tem sido apontada como uma das principais causas da degradação das pastagens.

Nas pastagens estabelecidas com forrageiras do gênero *Brachiaria*, no Brasil Central, após quatro anos de utilização, tem-se verificado redução de sua capacidade produtiva com sinais típicos de degradação (SOARES FILHO, 1993). No entanto, o autor ressalta que a adubação nitrogenada só é viável se as pastagens tiverem possibilidade de resposta à aplicação desse fertilizante, pois, em áreas degradadas, outros fatores podem limitar o desenvolvimento da forrageira. Primeiramente, a deficiência de vários elementos torna limitante a resposta ao N aplicado. Além disso, a condição debilitada da gramínea, a reduzida cobertura do solo e a presença de plantas invasoras fazem com que

ocorram grandes perdas desse nutriente, não refletindo, assim, em resposta adequada na produção de forragem.

Segundo CARVALHO et al. (1989), lotação animal de 2 UA/ha em pastagens de capim-gordura na Zona da Mata de Minas Gerais, em uso contínuo, levaria à eventual degradação das mesmas, mesmo com adubação nitrogenada.

A recuperação e a renovação de pastagens são estratégias que buscam a melhoria da produção e cobertura vegetal em áreas degradadas. Esses termos e outros como melhoramento, reforma e formação de pastagens sobrepõem-se e acabam por confundir pesquisadores e técnicos com relação ao seu real significado. Segundo RODRIGUES e REIS (1994), entende-se por recuperação o restabelecimento da capacidade produtiva da pastagem formada com a mesma espécie, promovendo ou não a semeadura, conforme a densidade da forrageira na área. Por outro lado, a renovação da pastagem consiste na utilização de práticas agrônômicas que visam a completa substituição da forrageira existente na pastagem por outra.

SOARES FILHO (1993) menciona que a técnica de melhoramento ou de recuperação de pastagens, aplicada a áreas que não estão severamente degradadas, pode consistir simplesmente na correção do solo, associada à adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, com as quantidades determinadas pela análise química do solo.

Segundo PEREIRA e ANDRADE (1993), a maioria dos trabalhos mostra que, inicialmente, a adubação fosfatada e, posteriormente, o manejo correto da pastagem (conservação do solo, correção da acidez, adubações de restituição, manejo da forrageira, pressão de pastejo, controle das invasoras, condicionadores do pastejo etc) são dois aspectos fundamentais para recuperar pastagens. Porém, quando as plantas indesejáveis ocorrem na forma de maciços ou “reboleiras” e, após sua eliminação, exigirão a formação dessas áreas, deve-se avaliar se é economicamente recomendável a recuperação ou a formação.

Para recuperar pastagens em degradação, deve-se proceder inicialmente à avaliação para verificar se é viável ou não a aplicação das práticas na área designada. A condição essencial é que ainda haja na pastagem uma população

adequada de plantas forrageiras, isto é, o número de plantas ou touceiras e sua distribuição devem que possibilitar a sua disseminação posterior na área. Caso contrário, haverá necessidade de se refazer totalmente a pastagem, quando então os procedimentos serão aproximadamente os mesmos adotados para formação de novas pastagens (EMBRAPA, 1993).

CALEGARI (1993) afirma que, na recuperação de áreas de pastagens degradadas, nas quais a declividade é limitante à mecanização (acima de 18%), deve-se recorrer ao uso de tração animal e adotar procedimentos adequados de manejo.

Nessas áreas montanhosas, de solos ácidos e de baixa fertilidade, o capim-gordura, geralmente bem adaptado a essas condições, é explorado sob pastejo contínuo, nem sempre bem manejado, razão pela qual as pastagens com essa espécie apresentam acentuado grau de degradação e infestação de plantas invasoras como capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), vassourinha (*Sida spp*), rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*), entre outras (BOGDAN, 1977). Esse autor ainda relata que o gênero *Melinis* apresenta 15-20 espécies na África Tropical e África do Sul, mas a espécie *M. minutiflora* é a única de interesse para a pecuária brasileira.

GOMIDE (1995) relata que, em decorrência do habitat em que vive e do manejo adotado, o capim-gordura das pastagens caracteriza-se por baixa capacidade de suporte e, conseqüentemente, baixa produtividade.

Segundo CARO-COSTAS et al. (1960), em estudos de forrageiras sob corte, o capim-gordura apresentou rendimento equivalente àqueles observados para as gramíneas capim-pangola (*Digitaria decumbens*), capim-angola (*Brachiaria mutica*) e capim-guiné (*Panicum maximum*), na ausência de adubação nitrogenada, mas, devido à sua baixa resposta à aplicação de N, foi o menos produtivo, quando doses elevadas do nutriente foram aplicadas. Também sob condições de pastejo, o capim-gordura mostrou-se inferior em termos de capacidade de suporte e ganho de peso vivo por hectare, principalmente sob condições de adubação com NPK (QUINN et al., 1962).

MACEDO e ESCUDER (1980), estudando carga animal em pastagens de capim-gordura e capim-jaraguá, realçam a baixa tolerância da primeira gramínea ao pastejo contínuo, que, de acordo com GOMIDE (1995), se deve às suas características morfofisiológicas, assim como à sua alta palatabilidade, que a torna muito procurada pelos animais. Todavia, VILELA et al. (1980) confirmaram o potencial forrageiro do capim-gordura em um ensaio de pastejo rotativo, quando se observou produção média de 12,3 kg/vaca.dia de leite, sem suplementação, com taxa de lotação de 1,5 vaca/ha.

Para GOMIDE (1995), o capim-gordura tem menor capacidade de rebrotação, em decorrência da intensa decapitação de perfilhos, do número insuficiente de gemas basilares e dos baixos níveis de carboidratos de reserva, agravados por insuficiente área foliar remanescente. Por tais razões, essa gramínea deve receber um manejo que resulte em taxa de desfolhação alta e controlada, a fim de estimular desenvolvimento de perfilhos aéreos obtidos a partir de gemas axilares e assistidos por maior índice de área foliar remanescente, condições proporcionadas quando se submete a gramínea ao sistema de pastejo rotativo.

Segundo ZIMMER et al. (1995), as gramíneas do gênero *Brachiaria* são conhecidas como forrageiras, no Brasil, desde a década de 50. Entretanto, a verdadeira expansão deste gênero deu-se nas décadas de 70 e 80, principalmente nas regiões de clima mais quente e, hoje, provavelmente ocupa 50% da área cultivada com pastagens no Brasil Tropical. Esses autores relataram ainda que menores períodos de descanso de pastagem com essa espécie não influenciaram significativamente ($P>0,05$) os ganhos por animal. Resultados semelhantes foram obtidos por LOURENÇO et al. (1979) com quatro taxas de lotação sob pastejo contínuo, em que o ganho por hectare de peso vivo foi maior nas lotações mais altas.

CRUZ FILHO et al. (1987), comparando ganhos médios de peso vivo em pastagens de capim-gordura e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), nos meses de verão, constataram a superioridade da braquiária ($P<0,01$), com ganhos médios de 341 kg/ha, contra 138 kg/ha para o gordura. Entretanto, no inverno, os

ganhos médios de peso vivo foram semelhantes para as duas gramíneas, 34 e 10 kg/ha para os capins-gordura e braquiária ($P>0,05$), respectivamente.

Para CRUZ FILHO et al. (1986), um dos fatores importantes no estabelecimento de pastagens é a eliminação da vegetação nativa antes da semeadura. Assim, esses autores estudaram a introdução e o estabelecimento de capim-braquiária em pastagem de capim-gordura, testando dois métodos de controle da vegetação nativa (queima e pastejo pesado) com aplicação de N. O aumento na densidade do capim-braquiária com aplicação de N foi de aproximadamente 90% com a queima, enquanto no pastejo pesado, de apenas 40%. Isto ocorreu devido ao baixo estabelecimento dessa forrageira no pastejo pesado, não ocorrendo plântulas em número suficiente para absorverem o N aplicado, podendo o nutriente ter sido aproveitado pelas invasoras, lixiviado no perfil do solo, ou volatilizado. O estabelecimento do capim-braquiária foi melhor em faixas ou sulcos do que em covas e a lanço. O aumento da densidade da forrageira, observado com a adição de N, foi de 75% para plantio em faixas e 35% para plantio em sulcos; nos demais, em que o estabelecimento foi menor, foi de aproximadamente 15%.

O capim-jaraguá tem sido pouco difundido como forrageira de interesse para a pecuária nacional nos tempos atuais. O consumo voluntário de matéria seca é o principal fator a determinar o valor alimentício de uma forrageira; portanto, GOMIDE et al. (1984a) realizaram experimento para comparar ganho de peso vivo em novilhos pastejando capim-jaraguá ou capim-colonião. Verificaram-se diferenças significativas ($P<0,05$) de ganho diário de peso por novilho e consumo de matéria seca entre as duas gramíneas, com superioridade para o capim-colonião, confirmando a menor palatabilidade e aceitação do capim-jaraguá pelos animais. Há tendência de haver pastejo em mosaico, quando grandes áreas de pastagens de capim-jaraguá não são subdivididas, e, ou, a pressão de pastejo é suficientemente baixa para promover condição de subpastejo. Portanto, o manejo dessa gramínea deve ser bastante intensivo, no sentido de se obter sempre pressão de pastejo que otimize sua aceitabilidade por

parte dos animais e evite sua maturação fisiológica, que provoca queda acentuada no seu valor nutritivo.

Entretanto, nas regiões pastoris do Brasil Central, o capim-colonião e o capim-jaraguá foram as gramíneas mais tradicionalmente utilizadas como forrageiras alternativas na obtenção de melhores resultados para a pecuária (GOMIDE et al., 1984), até a entrada do gênero *Brachiaria* no país, que ocorreu na década de 70 (ZIMMER e CORRÊA, 1993).

COSTA (1981) verificou resposta linear positiva na produção de matéria seca do capim-jaraguá, em resposta a doses de N variando de 0 a 160 kg/ha.ano. Resultados semelhantes foram observados por RÊGO (1977), que, estudando efeito de adubação nitrogenada e potássica em capim-jaraguá, obteve aumento médio de 654 kg/ha de MS em cinco cortes, comparados com a testemunha (não-adubada), em um experimento realizado na região da Zona da Mata Mineira. GOMIDE et al. (1984a), comparando capim-colonião e capim-jaraguá adubados ou não com N, encontraram respostas positivas à adubação ($P < 0,05$) somente para o capim-jaraguá, que mostrou efeitos favoráveis na produção de MS e PB, quando recebeu 60 kg/ha de N, evidenciando o potencial da forrageira, mesmo quando adubada com doses mais modestas do fertilizante.

No estabelecimento ou mesmo na recuperação ou renovação de pastagens, a prática da calagem deve ser adotada quando necessária, pois, além de fornecer Ca e Mg como nutrientes, eleva o pH do solo e, como consequência, aumenta a disponibilidade de P e Mo e neutraliza o Al, o Mn e o Fe, que, em excesso, se tornam tóxicos para as plantas e o *Rhizobium* nas leguminosas. Por outro lado, o excesso de calagem induz à imobilização de certos micronutrientes (Zn, B e Cu), podendo causar suas deficiências (WERNER, 1986).

Em experimentos conduzidos em casa de vegetação, em solos representativos da região de cerrados, COUTO et al. (1982) observaram que o Ca e o Mg foram nutrientes limitantes para o crescimento de plantas forrageiras naquela região. Esses autores observaram também, em experimentos a campo, resposta do capim-andropógon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina) à aplicação de 1,0 t/ha de calcário em latossolo-escuro. Com a aplicação de 26 kg/ha de

fósforo na forma de superfosfato triplo, no tratamento sem calcário, a produção de MS foi de 2.120 kg/ha e no tratamento com calcário, de 3.570 kg/ha.

WERNER (1986) sugeriu a divisão das gramíneas e leguminosas mais utilizadas no Brasil Central em dois grupos, quanto à necessidade de calagem, baseada na saturação por bases. No primeiro grupo incluem-se as gramíneas capim-rhodes, capim-jaraguá, capim-elefante, capim-pangola, capim-transvala, capim-*coastcross*, capim-estrela africana, capim-colonião e capim-tanzânia, além das leguminosas alfafa, leucena e soja perene, que necessitam de saturação por bases a 60% (elevada remoção de nutrientes). No segundo grupo encontram-se as gramíneas do gênero *Brachiaria*, capim-setária, capim-gordura e capim-andropógon, além das leguminosas centrosema, siratro e estilosantes, que necessitam de saturação por bases a 40% (menor remoção de nutrientes).

Além da calagem, o fósforo é considerado, em geral, como o principal nutriente na implantação, recuperação ou renovação de pastagem. Deve-se, portanto, avaliar a tolerância das espécies a baixos níveis de fósforo, quantificar o potencial de resposta a doses e fontes e determinar os níveis críticos internos e externos das espécies forrageiras (MONTEIRO e WERNER, 1977; SIQUEIRA et al., 1980; WERNER, 1986; FONSECA et al., 1992; e NASCIMENTO JR., 1994).

O capim-gordura normalmente apresenta baixa habilidade competitiva com outras espécies, quando se eleva a fertilidade do solo (VILELA, 1982; CÓSER, 1988). Além disso, a sua capacidade de suporte é baixa, principalmente em pastagens naturalizadas, na ausência de fertilização (TORRES et al., 1982). Por outro lado, CARVALHO et al. (1989) sugerem que a produção animal por unidade de área, em pastagens de capim-gordura, pode ser pelo menos duplicada, com melhoramento da fertilidade do solo e manejo bem conduzido.

O nitrogênio não é componente da rocha matriz, que é a fonte da maioria dos nutrientes minerais. Além disso, grande quantidade de N₂ presente na atmosfera (78% do total dos gases) não está disponível para as plantas. Assim, a reciclagem do nutriente no ecossistema é importante regulador das produções primária (produto vegetal) e secundária (produto animal). A questão é se estas

contribuições de N são suficientes para contrabalançar as perdas, principalmente derivadas das excreções dos animais, de forma a manter seu nível estável no solo (NASCIMENTO JR. et al., 1998). Ainda nesse aspecto, a fonte natural de N no solo é a matéria orgânica que não é absorvida diretamente pelas plantas, pois é preciso que ela se decomponha pela ação lenta e contínua dos microrganismos para, então, mineralizar o N que se tornará disponível para as gramíneas. A pastagem, após sua formação, não sofre tratamento físico-mecânico, ocorrendo, conseqüentemente, redução na aeração do solo e na atividade dos microrganismos, ocasionando redução na taxa de mineralização da matéria orgânica e, dessa forma, menor disponibilidade de N para o desenvolvimento das plantas (SOARES FILHO, 1991, 1993).

O incremento no teor de matéria orgânica pode representar aumento no potencial de fertilidade do solo, mas não reflete necessariamente melhoria na sua fertilidade, uma vez que a deficiência de outros nutrientes (CORSI e MARTHA JR., 1997) e a alta relação C:N das gramíneas tropicais, ocasionada pelo retorno de grandes quantidades de fibra de baixa qualidade ao solo (lignina e outros polifenóis) (MYERS e ROBBINS, 1991), comprometem o processo de mineralização. Daí o aparente contra-senso descrito por MACEDO (1995): “com o tempo sobem os teores totais de matéria orgânica no solo, mas não há N suficiente disponível para manter a produtividade, principalmente em pastagens de gramíneas puras”.

SANZONOWICZ (1986) relatou que, em pastagens já estabelecidas, no CENTRO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO CERRADO, que receberam adubação somente na implantação, há cinco anos ou mais, o principal nutriente que limitava a produtividade de *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria decumbens* era o N.

CARVALHO e SARAIVA (1987) mencionam que, à medida em que os níveis de N foram aumentados, suas concentrações na parte aérea do capim-gordura aumentaram progressivamente com os cortes. Porém, na ausência de N, essas concentrações foram muito baixas, resultando em teores de PB na forragem que variaram de 4,87 a 6,75% entre os cortes efetuados. Em média, esses teores

de PB aumentaram para 9,37%, com a aplicação de 200 kg/ha de N no primeiro ano agrícola, e 9,69%, com 133 kg/ha de N no segundo ano.

A aplicação de N proporcionou aumento significativo ($P < 0,05$) na produção de capim-braquiária introduzida em pastagem de capim-gordura na região da Zona da Mata de Minas, provavelmente devido à agressividade da gramínea introduzida, que competiu com o capim-gordura e não permitiu seu crescimento. Observou-se também o efeito do N sobre as espécies invasoras e em todos os tratamentos houve dominância do capim-braquiária, com baixa infestação por espécies indesejáveis (CRUZ FILHO et al., 1986).

O potencial produtivo nessas pastagens pode ser melhorado com a aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados (CARVALHO e SARAIVA, 1987). Outra alternativa viável poderia ser a introdução de leguminosas para aumentar a quantidade e qualidade da forragem disponível nessas áreas, com reflexos positivos na produtividade animal da região (CÓSER e CRUZ FILHO, 1989).

O uso de adubos nitrogenados em pastagens tem sido limitado pelo custo, devido à extensão das áreas envolvidas e à necessidade de aplicações freqüentes (TOLEDO, 1985; DÖBEREINER, 1997). Portanto, a fixação biológica de N atmosférico (N_2) pelas bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, em simbiose com leguminosas forrageiras, fornece condições a estas de atenderem sua exigência e a da gramínea consorciada, constituindo um meio econômico para o melhoramento da qualidade e a produtividade das pastagens (EMBRAPA, 1990; SPAIN, 1995; e CANTARUTTI e BODDEY, 1997).

O N fixado biologicamente pode contribuir direta ou indiretamente para a produção final do pasto. Diretamente, melhora a qualidade da dieta animal e, indiretamente, a contribuição se dá por meio da transferência do N para a gramínea associada.

CANTARUTTI e BODDEY (1997) observaram que 1 a 50% do N das gramíneas associadas a leguminosas se origina da fixação biológica de N (FBN). Segundo TOW (1997), a transferência de N pode ser avaliada pelas mensurações

nos teores de N das gramíneas associadas, mas os resultados podem ser mascarados pela redução do crescimento das gramíneas.

A transferência de N de leguminosas para gramíneas pode se realizar de duas formas: direta e indireta. A transferência direta ocorre por meio de mecanismos que atuam em curto espaço de tempo, em pequenas distâncias, como por meio de produtos nitrogenados excretados pelas raízes, por fluxo de N através de hifas micorrízicas que interconectam as raízes das duas espécies e por reabsorção do N volatilizado ou lixiviado da folhagem da leguminosa. Entretanto, esses mecanismos parecem não ser suficientes quantitativamente para explicar a elevação dos teores de N do solo, durante o crescimento das leguminosas, e mesmo os efeitos sobre as gramíneas associadas (CANTARUTTI e BODDEY, 1997).

Dessa forma, os mecanismos de transferência indireta, que se processam por meio de reciclagem, contribuem mais significativamente para a passagem do N de leguminosa para gramíneas. Esses mecanismos de transferência podem realizar-se subterraneamente, por meio da senescência de raízes e nódulos, e superficialmente, por intermédio das excreções dos animais (fezes e urina) e da deposição e decomposição de resíduos vegetais.

CANTARUTTI (1996) observou que a consorciação entre *Brachiaria humidicola* e *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela aumentou a produção e o teor de N da liteira, em consequência do aumento da produção forrageira da pastagem, bem como a reciclagem da liteira, quando comparada com a pastagem da gramínea solteira, indicando que a eficiência da leguminosa depende do seu potencial de fixação de N₂ e da qualidade do resíduo produzido.

Esse autor ainda observou que o potencial de fixação biológica anual das leguminosas tropicais varia entre 25 e 240 kg/ha de N. Mesmo sob pastejo, há indicações de que a fixação possa atingir 260 kg/ha.ano de N na consorciação trevo-branco (*Trifolium repens*) e azevém (*Lolium perenne*) e 75 kg/ha.ano na de *Desmodium ovalifolium* e *Brachiaria humidicola*, a qual é tipicamente tropical.

O potencial de fixação de N da simbiose leguminosa-*Rhizobium* é controlado geneticamente, mas a quantidade de N fixada é diretamente

correlacionada com a produção de biomassa da leguminosa (Cadish, citado por SPAIN, 1995).

Segundo PEREIRA e ANDRADE (1993), não é aconselhável a aplicação de adubo nitrogenado em pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas. O N, além de inibir a nodulação das leguminosas, favorece mais o crescimento das gramíneas e acarreta desequilíbrio entre as duas espécies.

CALEGARI (1993) argumenta que a introdução de leguminosas em pastagens tropicais representa importante efeito melhorador das características físicas do solo (agregação, estruturação) e favorece o estabelecimento das pastagens, proporcionando uma exploração pecuária mais racional, intensiva e produtiva.

OLIVEIRA et al. (1985) verificaram efeito pronunciado da calagem na nodulação e na concentração de N em *Centrosema pubescens* em solo ácido.

O fósforo é fundamental no desenvolvimento da planta e desempenha função importante nos processos de nodulação e fixação de N₂. O molibdênio faz parte da nitrogenase, portanto, é essencial para o funcionamento da simbiose leguminosa-*Rhizobium* (EMBRAPA, 1990).

MARTINS et al. (1993) estudaram vários ecótipos pertencentes a cinco espécies de leguminosas do gênero *Stylosanthes*: *S. guianensis*, *S. capitata*, *S. scabra*, *S. bracteata* e *S. viscosa*. Quando submetidos a quatro níveis de saturação de alumínio, houve resposta diferenciada entre as espécies e ecótipos. Com relação às produções médias de MS da parte aérea das plantas, a espécie *S. guianensis* foi a que apresentou o maior valor de produção, enquanto as espécies *S. capitata* e *S. viscosa*, os menores valores, evidenciando a adaptação do *S. guianensis* a solos ácidos. Resultados semelhantes referentes ao comportamento das espécies e dos ecótipos de estilosantes foram verificados para MS das raízes, tanto no nível mais alto de saturação de alumínio, quanto em termos de média.

BRASIL et al. (1998), trabalhando com *Brachiaria ruziziensis* em monocultura e consorciada com *Stylosanthes guianensis*, verificaram que mesmo com menor área para o crescimento, devido à presença da leguminosa, a

produção da gramínea em monocultura e consorciada não se mostrou diferente, o que foi explicado pela maior disponibilidade de N no solo. A liteira da pastagem consorciada apresentou meia vida menor, ou seja, decomposição mais rápida, possivelmente em decorrência da maior quantidade de N na liteira pela contribuição da fixação biológica de N da leguminosa.

BOTREL et al. (1988) recomendam para regiões montanhosas da Zona da Mata de Minas Gerais o calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), a centrosema (*Centrosema pubescens*), a galactia (*Galactia striata*) e o estilosantes (*S. guianensis*), para consorciação com o capim-gordura em pastagens, e densidade de semeadura proporcional ao tamanho das sementes de cada espécie, após escarificadas e inoculadas com *Rhizobium* específicos.

Estudos de estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura mostraram que a proporção de leguminosas no método de plantio em sulcos foi significativamente maior ($P < 0,05$) que em faixas (CÓSER e CRUZ FILHO, 1989). Em outros trabalhos (GOMIDE, 1979; ANDRADE, 1985; e CRUZ FILHO et al., 1986), os métodos de plantio em faixas e em sulcos foram superiores ao método a lanço.

SEIFFERT et al. (1983) obtiveram teores de PB de 8,4% para a consorciação de *B. decumbens* e *C. mucunoides*, enquanto a *B. decumbens* pura, teor de 6,9%. Também as produções de MS e PB foram maiores na consorciação.

THOMAS e ANDRADE (1984) relataram teores mais elevados de PB e maior digestibilidade da MS nas consorciações de *S. guianensis* cv. Cook com diversas espécies de braquiárias comparadas com as gramíneas em cultivo solteiro.

ZIMMER et al. (1995) relataram que a consorciação de braquiárias com leguminosas, no entanto, tem apresentado sérios problemas de persistência, principalmente devido à grande competitividade dessas gramíneas e à dificuldade de manejo apresentada por essas consorciações. Como atenuante para esse problema, CANTARUTTI e BODDEY (1997) argumentam que a baixa palatabilidade das leguminosas tropicais é uma característica que pode favorecer a persistência da consorciação.

Segundo SPAIN (1995), muitas vantagens podem resultar do consórcio gramíneas-leguminosas em pastagens, as quais incluem melhoria na qualidade nutricional da forragem, principalmente na época seca, aumento na produção de forragem pela contribuição direta da leguminosa e pelo incremento no rendimento da gramínea, redução da competição das ervas daninhas e nos custos de manutenção das pastagens, incremento da atividade biológica no solo e na cobertura morta e, ainda, elevação nas taxas de mineralização da matéria orgânica e, portanto, maior disponibilidade de N, P e enxofre (S).

Esses resultados indicam que a presença de leguminosas em pastagens consorciadas favorece a produtividade e sustentabilidade das mesmas, ao beneficiar a dinâmica de N no solo, e reforçam a importância dos resíduos vegetais para a transferência do N fixado em pastagens manejadas extensivamente. Apesar de serem poucas as tentativas de manutenção de pastagens consorciadas nos trópicos, as leguminosas possuem enorme potencial ainda a ser explorado pela pesquisa. A família das leguminosas apresenta vasta diversidade genética (espécies e ecótipos), e a maior parte está na região tropical. Além disso, estratégias de manejo e fertilização precisam ser desenvolvidas a fim de prevenir o desaparecimento da leguminosa na pastagem ao longo do tempo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, no período de outubro de 1998 a dezembro de 1999. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, em uma altitude de 651 m, 20°45' de latitude sul e 42°51' de longitude oeste. Apresenta temperatura média anual de 19°C, oscilando entre a média das máximas de 22,1°C e a média das mínimas de 15°C. A umidade relativa do ar é, em média, de 80% e a precipitação média anual, de 1.340 mm, com estações seca e chuvosa bem definidas. Seu clima, pelo sistema de Köppen (1948), é classificado como Cwa, subtropical, com inverno ameno e seco. No setor de Forragicultura, foi selecionada uma pastagem de capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv) em estágio avançado de degradação e com declividade representativa da região.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento consistiu de um fatorial (2 x 4) + 2, que correspondeu respectivamente, a duas espécies, *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) e *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg/ha) e dois tratamentos adicionais referentes aos dois consórcios, *B. decumbens* + *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão (estilosantes) e *H. rufa* + *S. guianensis* cv.

Mineirão, em blocos ao acaso com três repetições. No total, foram testados dez tratamentos, denominados como:

- 1 - Capim-braquiária sem adubação nitrogenada (Testemunha = 0 kg/ha de N) $\Rightarrow B + 0$
- 2 - Capim-braquiária com adubação de 50 kg/ha de N $\Rightarrow B + 50$
- 3 - Capim-braquiária com adubação de 100 kg/ha de N $\Rightarrow B + 100$
- 4 - Capim-braquiária com adubação de 150 kg/ha de N $\Rightarrow B + 150$
- 5 - Capim-jaraguá sem adubação nitrogenada (Testemunha = 0 kg/ha de N) $\Rightarrow J + 0$
- 6 - Capim-jaraguá com adubação de 50 kg/ha de N $\Rightarrow J + 50$
- 7 - Capim-jaraguá com adubação de 100 kg/ha de N $\Rightarrow J + 100$
- 8 - Capim-jaraguá com adubação de 150 kg/ha de N $\Rightarrow J + 150$
- 9 - Capim-braquiária e a leguminosa estilosantes em consórcio $\Rightarrow B + E$
- 10 - Capim-jaraguá e a leguminosa estilosantes em consórcio $\Rightarrow J + E$

A área designada para o experimento teve os três blocos dispostos perpendicularmente ao gradiente de fertilidade, sendo que os dez tratamentos foram dispostos em duas faixas paralelas de cinco tratamentos, para cada bloco. Na parcela experimental com área total de 100 m² (10 x 10 m), foram retiradas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm, para sua caracterização química e física.

3.3. Estabelecimento e manejo das forrageiras

Três espécies forrageiras, as gramíneas *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa* e a leguminosa *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, serão referidas ao longo do texto como capim-braquiária, capim-jaraguá e estilosantes, respectivamente.

Em função do resultado de análise do solo (Quadro 1), foi efetuada sua correção com base no método do Al e Ca + Mg trocáveis. A adubação com fósforo, potássio e micronutrientes foi orientada pelo uso de tabelas, levando em consideração a textura do solo e a disponibilidade do nutriente (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989).

Os dados de precipitação pluvial mensal e as médias de temperaturas máximas e mínimas, no período de outubro de 1998 a dezembro 1999, fornecidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola, encontram-se no Quadro 2.

Quadro 1 - Características químicas e físicas da amostra superficial (0 a 20 cm) do solo estudado, coletada em 02/08/98

Características	Resultados
-----Químicas-----	
pH (H ₂ O, 1:2,5)	5,00
Fósforo (Mehlich-1) - mg/dm ³	2,40
Potássio (Mehlich-1) - mg/dm ³	44,00
Sódio (Mehlich-1) - mg/dm ³	7,00
Cálcio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,50
Magnésio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,20
Alumínio (KCl 1 mol/L) - cmol _c /dm ³	0,70
H + Al (Ca(OAc) ₂ - 0,5 mol/L) pH 7 - cmol _c /dm ³	6,70
Soma de bases - cmol _c /dm ³	0,84
CTC Efetiva - cmol _c /dm ³	1,54
CTC a pH 7 - cmol _c /dm ³	7,57
Saturação de bases da CTC a pH 7 - %	11,40
Saturação de alumínio - %	43,70
Zinco (Mehlich-1) - mg/dm ³	2,15
Ferro - (Mehlich-1) - mg/dm ³	123,00
Manganês - (Mehlich-1) - mg/dm ³	15,50
Cobre - (Mehlich-1) - mg/dm ³	2,45
-----Físicas-----	
Areia grossa - dag/kg	17,00
Areia fina - dag/kg	16,00
Silte - dag/kg	14,00
Argila - dag/kg	53,00
Classificação textural	Argila

Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Solos (UFV).

Quadro 2 - Precipitação pluvial mensal e temperaturas médias das máximas e mínimas em Viçosa, Minas Gerais, no período de outubro de 1998 a dezembro de 1999

Meses	Precipitação (mm)	Temperaturas (°C)	
		Média das máximas	Média das mínimas
Outubro/98	257,5	25,6	16,6
Novembro/98	216,9	26,0	16,9
Dezembro/98	105,3	28,8	18,2
Janeiro/99	154,2	30,3	18,9
Fevereiro/99	95,0	30,2	18,5
Março/99	273,7	28,5	17,8
Abril/99	36,5	27,7	16,1
Maio/99	2,0	25,3	11,6
Junho/99	13,2	24,5	11,5
Julho/99	4,2	24,3	12,4
Agosto/99	0,0	25,9	8,9
Setembro/99	46,7	27,0	12,7
Outubro/99	40,0	25,0	14,7
Novembro/99	69,3	25,5	16,1
Dezembro/99	108,5	27,7	18,7

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola (UFV).

Após a delimitação dos blocos e demarcação das parcelas constituintes do ensaio, foi feita uma avaliação da composição botânica da pastagem em estudo, com base na metodologia descrita por MANNETJE e HAYDOCK (1963), com o objetivo de quantificar com mais rigor seu grau de degradação. Utilizou-se, para amostragem, um quadro metálico de 0,5 x 0,5 m alocado noventa vezes, de forma aleatória na área experimental. O material vegetal visualizado dentro do quadrado recebeu nota que variou de 0 a 100%, de acordo com sua maior ou menor presença.

Objetivou-se com essa amostragem estimar a densidade, por meio de porcentagem, do capim-gordura e de outras forrageiras, consideradas plantas de interesse para o consumo animal, e do capim-sapé (*Imperata brasiliensis*) e de outras plantas daninhas, consideradas plantas indesejáveis na pastagem. O percentual de solo descoberto foi estimado subtraindo-se da área total do quadrado de amostragem, considerada como 100%, o valor em porcentagem do capim-gordura, do capim-sapé, de outras plantas daninhas e de outras forrageiras encontradas no seu interior.

Os resultados da amostragem revelaram que o material vegetal quantificado na área experimental consistia de 10% de capim-gordura, 7% de outras forrageiras, 12% de capim-sapé e 5% de outras plantas daninhas. Portanto, 66% do solo estava descoberto, ou seja, sem nenhuma vegetação.

De acordo com Stoddart, citado por NASCIMENTO JR. et al. (1994), o estágio de degradação da pastagem de capim-gordura em estudo foi considerado avançado, grau 3, tendo como referência uma escala que variou de 1 a 5 (1 - distúrbio fisiológico da espécie principal; 2 - mudanças na composição botânica da área; 3 - invasão de novas espécies; 4 - desaparecimento da espécie principal; 5 - diminuição da densidade de invasoras menos palatáveis por meio do seu consumo pelos animais, provocando áreas de solo descoberto). Portanto, concluiu-se que a área poderia ser aproveitada para a natureza específica da pesquisa.

Em setembro de 1998, foi colocado fogo na área experimental, conforme recomendação de CRUZ FILHO et al. (1986), ARRUDA et al. (1986),

ARRUDA et al. (1987) e CÓSER e CRUZ FILHO (1989), que alertam para os riscos de erosão em solos de topografia acidentada, quando se utiliza aração total do solo como método para eliminar as plantas indesejáveis.

Após a demarcação das parcelas experimentais, em outubro de 1998, foi efetuada uma roçada na área para eliminação das plantas daninhas que resistiram e, ou, rebrotaram após a queima, em especial, o capim-sapé, que infestava a pastagem. Em seguida, foram abertos sulcos, espaçados de 1 m, utilizando-se um sulcador reversível de tração animal. A abertura dos sulcos foi feita em curva de nível, orientada em sentido perpendicular à declividade do terreno, com profundidade que variou de 15 a 20 cm. Dessa forma, chegou-se muito próximo de um cultivo mínimo, situação desejada na conservação de solo e água de determinada região, especialmente a Zona da Mata, caracterizada por topografia acidentada e solos degradados.

Em novembro de 1998, a correção do solo foi feita com aplicação de 1,7 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 100%), a lanço, espalhado uniformemente em toda área experimental. Essa dose de calcário correspondeu à metade daquela recomendada com base na interpretação dos resultados da análise, para o caso de incorporação total do corretivo na camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo estudado.

Nesse mesmo mês (novembro) também foi feita uma adubação fosfatada, objetivando suprimir a deficiência de P no solo, notadamente reconhecido como o elemento limitante para o crescimento da planta. Foram fornecidos 90 kg/ha de P_2O_5 , utilizando-se 450 kg/ha de superfosfato simples. Esse adubo foi aplicado de forma manual e uniformemente direcionado para o fundo do sulco de plantio, a fim de tornar mais disponível para as plantas introduzidas posteriormente.

No início das chuvas, ainda em novembro de 1998, foi executada a semeadura das espécies no interior dos sulcos de plantio, de forma manual e orientada de acordo com os tratamentos, utilizando-se taxa de semeadura correspondente a 4 kg/ha de sementes de capim-braquiária, 4 kg/ha de sementes de capim-jaraguá e 2 kg/ha de sementes de estilosantes. As quantidades basearam-se na literatura e no valor cultural da semente de cada espécie, com o

objetivo de trabalhar sempre com sementes puras viáveis, conforme ZIMMER et al. (1983) e CRUZ FILHO (1990). Com o uso de hastes de bambu, as sementes foram cobertas por uma camada de 2 a 4 cm do solo revolvido no sulcamento. Nas parcelas correspondentes às consorciações de capim-braquiária e estilosantes e de capim-jaraguá e estilosantes, a sementeira das gramíneas foi efetuada em sulcos alternados com os da leguminosa.

3.4. Condução do experimento

Após germinação, emergência e crescimento inicial das forrageiras, aproximadamente 25 dias após a sementeira, realizou-se o rebaixamento, ao nível do solo, de todas as plantas localizadas fora dos sulcos de sementeira, com o objetivo de favorecer as forrageiras introduzidas pela redução na competição por água, luz e nutrientes. No corte da vegetação, usou-se uma roçadeira do tipo costal e, para a retirada desse material da área experimental, foram utilizados ancinhos manuais.

O adubo potássico foi misturado a micronutrientes e aplicado em cobertura, sem parcelamento, em 30 de janeiro de 1999. A mistura consistiu de 60 kg/ha de K_2O , utilizando-se 105 kg/ha de cloreto de potássio e 30 kg/ha de FTE BR 12. Essa formulação contém, entre outros micronutrientes, zinco, que se apresentava com baixos teores no solo estudado.

A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações nos tratamentos que não incluíram a leguminosa. As aplicações, em cobertura, foram direcionadas para o sulco de sementeira, tendo a uréia como produto comercial para fornecimento do nutriente. O primeiro parcelamento foi realizado em 02 de fevereiro de 1999, por volta de 60 dias após a sementeira, quando foram constatados densidade e crescimento satisfatórios das forrageiras introduzidas. O segundo parcelamento foi efetuada em 15 de abril de 1999, 45 dias após o primeiro, em consequência da irregularidade das chuvas na região, o que levou à tomada de decisão pela adubação em apenas dois parcelamentos.

As avaliações foram realizadas após o estabelecimento das espécies forrageiras, verificado especialmente em função dos estilosantes que tem desenvolvimento inicial lento em relação às gramíneas. A primeira avaliação se deu em 16 de agosto de 1999 e correspondeu ao primeiro corte. A segunda foi executada em 08 de dezembro de 1999, quando o capim-braquiária, capim-jaraguá e estilosantes apresentaram altura média de 40, 48 e 50 cm, respectivamente, e correspondeu ao segundo corte. Esse período foi considerado suficiente para o completo estabelecimento das forrageiras na pastagem. Depois da realização do primeiro corte, foi efetuado um corte para rebaixamento no restante das plantas não cortadas nas parcelas experimentais. Para isso, foi utilizada uma roçadeira tipo costal, e o material vegetal foi removido da área por meio de ancinhos. Dessa forma, procurou-se uniformizar a altura de todas as plantas, possibilitando condições iguais de rebrotação.

O método de amostragem utilizado foi o “peso real” (GARDNER, 1986), executado com o auxílio de uma unidade amostral metálica, de forma retangular e de tamanho 2,0 m x 0,5 m (1 m²). A distribuição do retângulo na parcela foi de forma sistemática casualizada, conforme revisão proposta por NASCIMENTO JR. (1991), que consistiu em definir os pontos de amostragem reticulando a área. Para isso, a parcela foi imaginariamente estratificada como um tabuleiro de xadrez e a interseção das linhas horizontais com as verticais originaram combinações de pontos distintos que puderam ser sorteados.

Com o auxílio de uma trena, três pontos sorteados antecipadamente foram marcados na parcela e o quadro de amostragem foi alocado três vezes, perpendicularmente ao sulco de plantio que continha o ponto sorteado, de modo a abranger também o sulco situado imediatamente abaixo.

Os cortes foram efetuados a 20 cm do nível do solo por meio de “cutelos”, eliminando-se a bordadura, constituída dos dois sulcos laterais de plantio e de 1 m de cada extremidade da parcela. Assim, colheu-se a biomassa de 3 m² de uma área útil de 64 m², originada pela eliminação da bordadura da parcela de 100 m² de área total.

Todas as plantas colhidas no interior do quadro (retângulo de 2,0 m x 0,5 m) foram armazenadas em sacos plásticos identificados e colocados à sombra, ainda no campo, até que todas as parcelas fossem amostradas. Imediatamente após os cortes, os sacos plásticos contendo o material colhido foram levados ao laboratório e acondicionados em câmara fria (-10°C). Posteriormente, as plantas foram separadas nos seguintes grupos:

- 1) Capim-braquiária
- 2) Capim-jaraguá
- 3) Estilosantes
- 4) Capim-gordura
- 5) Capim-sapé
- 6) Outras plantas daninhas
- 7) Outras forrageiras

As plantas de cada grupo encontrado no quadro amostrado foram pesadas separadamente em balança com divisão de 25 g. Amostras de aproximadamente 200 g dessas plantas foram acondicionadas em sacos de papel furado e de pesos conhecidos, devidamente identificados com o número do bloco, do tratamento, do quadro alocado e do grupo a que pertencia a planta. Todas essas amostras foram submetidas à secagem a 55-65°C, até que o material apresentasse consistência quebradiça, em torno de 72 horas, em estufa com ventilação forçada.

Após a secagem, o material foi retirado da estufa, esfriado sobre uma mesa por uma hora e pesado. Somente as amostras de capim-braquiária, capim-jaraguá, estilosantes e capim-gordura, provenientes dos três quadros amostrados em cada parcela, foram misturadas, constituindo uma amostra composta. Todas essas amostras compostas foram passadas em moinho tipo “Willey” com peneiras de 30 “mesh” e armazenadas em vidros com tampa de polietileno para posteriores análises.

3.5. Procedimentos laboratoriais

O material coletado foi analisado seguindo-se a rotina utilizada no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

A matéria seca (MS) em kg/ha foi calculada com base na pré-secagem em estufa a 55-65°C para capim-braquiária, capim-jaraguá, estilosantes, capim-gordura, capim-sapé, outras plantas daninhas e outras forrageiras.

Uma alíquota de aproximadamente 3 g, de cada amostra secada ao ar (ASA) e moída, foi colocada em estufa a 105°C (ASE), a fim de se corrigir a estimativa do teor de MS, em porcentagem, da forragem (SILVA, 1990). Essa correção a 105°C só foi aplicada no capim-braquiária, capim-jaraguá, estilosantes e capim-gordura, pois, propositadamente, apenas essas forrageiras foram submetidas às análises mineral e bromatológica, sendo que essa última análise necessitou do valor de MS corrigido ($ASA \times ASE/100$) pela secagem definitiva em estufa a 105°C, para seu cálculo.

As amostras foram analisadas quanto aos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), segundo SILVA (1990). Para análise dos minerais P, K, Ca e Mg, as amostras foram mineralizadas por via úmida (4 mL HNO₃ concentrado e 1 mL HClO₄ 70-72% para 0,2 g de MS) e as soluções resultantes, devidamente diluídas, tiveram seus teores de P dosados por colorimetria, de K por fotometria de chama e de Ca e Mg por espectrofotômetro de absorção atômica.

Os valores das produções de MS, em kg/ha, dos consórcios capim-braquiária com estilosantes e capim-jaraguá com estilosantes foram somados, com o intuito de se avaliar a produção total da parcela consorciada, comparando a contribuição da gramínea e da leguminosa juntas com a contribuição da gramínea pura na pastagem. Nos outros oito tratamentos, que não incluíram a leguminosa, as forrageiras introduzidas (capim-braquiária e capim-jaraguá) tiveram seus valores normalmente quantificados de acordo com as produções individuais de cada gramínea. Quanto ao capim-gordura, capim-sapé, outras

plantas daninhas e outras forrageiras existentes e identificadas nos dez tratamentos, prevaleceu o valor individual encontrado para cada característica avaliada.

Para os valores das características PB, FDN, FDA, P, K, Ca e Mg, avaliadas nos tratamentos correspondentes aos consórcios, os cálculos foram efetuados usando-se a seguinte fórmula:

$$MP = [(W_1 \times MS_1) + (W_2 \times MS_2)] / MS_1 + MS_2$$

em que

MP = média ponderada da característica avaliada;

W_1 = valor de PB (dag/kg), FDN (%), FDA (%), P (dag/kg), K (dag/kg), Ca (dag/kg) ou Mg (dag/kg), encontrado para a gramínea introduzida;

W_2 = valor de PB (dag/kg), FDN (%), FDA (%), P (dag/kg), K (dag/kg), Ca (dag/kg) ou Mg (dag/kg), encontrado para a leguminosa introduzida;

MS_1 = valor da produção de MS (kg/ha) encontrado para a gramínea introduzida; e

MS_2 = valor da produção de MS (kg/ha) encontrado para a leguminosa introduzida.

3.6. Análises estatísticas

As características avaliadas no campo e no laboratório foram submetidas à análise de variância, conforme indicada no Quadro 3.

Quadro 3 - Esquema da análise de variância com o desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos

FV	GL
Nitrogênio	3
Gramíneas	1
Interação Nitrogênio x Gramíneas	3
Consórcio	1
Contraste Fatorial vs Consórcio	1
(Tratamentos)	(9)
Blocos	2
Resíduo	18
Total	29

Independente do resultado de significância para o efeito da interação entre os fatores nitrogênio, com quatro doses (0, 50, 100 e 150 kg/ha de N), e gramíneas (capim-braquiária e capim-jaraguá), foram realizados o desdobramento da mesma, para estudar o comportamento das doses de N dentro de cada gramínea, e o comportamento das gramíneas dentro de cada dose de N. Para o primeiro estudo, foi realizada uma análise de regressão, adotando-se os modelos com coeficientes significativos a 5% de probabilidade pelo teste t e com maiores valores para o coeficiente de determinação (R^2). Para o segundo estudo, as médias foram comparadas pelo teste F, adotando-se os níveis de 5 ou 1% de probabilidade.

Para os tratamentos envolvendo os consórcios (capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes) não incluídos no fatorial, foi realizado um teste F a 5 ou a 1% de probabilidade, para comparar as suas médias.

Para o contraste Fatorial vs Consórcio, que compara as médias dos tratamentos incluídos no fatorial com aquelas dos tratamentos envolvendo os consórcios, foram realizados dois testes de Dunnett, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. O primeiro teste foi usado para comparar cada tratamento do fatorial com o consórcio capim-braquiária e estilosantes e o segundo, para comparar cada tratamento do fatorial com o consórcio capim-jaraguá e estilosantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Primeiro corte

4.1.1. Produção de matéria seca

O rendimento forrageiro do capim-braquiária, testado com base no teor de MS, aumentou linearmente ($P < 0,01$) em resposta à aplicação de N. Isso comprova o potencial de resposta dessa forrageira à aplicação de N, conforme constatado por FERNANDES et al. (1985) e ALVIM et al. (1990). Por outro lado, não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) das doses de N sobre as produções de MS das demais plantas existentes na pastagem, exceto para o capim-sapé ($P < 0,05$), que apresentou resposta quadrática em função das doses crescentes de N aplicado. Isso indica que essa invasora utilizou parte do N aplicado para incrementar sua produção até a dose de 79,1 kg/ha de N, com produção máxima estimada de 1.004 kg/ha de MS, valor próximo ao de MS do capim-gordura (Figura 1).

Essa resposta do capim-sapé, considerado como planta indesejável mais adaptada ao solos ácidos e de baixa fertilidade de regiões montanhosas da Zona da Mata Mineira, demonstra que essa invasora não é suficientemente especializada para aproveitar grandes quantidades de nutrientes disponíveis e transformá-los em biomassa, em razão de seu baixo potencial de produção, mesmo em áreas bem adubadas (BOGDAN, 1977; CRUZ FILHO et al., 1986).

A competição entre capim-sapé e capim-braquiária no crescimento referente ao primeiro corte era esperada, pois, na fase de estabelecimento, a forrageira fica em desvantagem em relação às demais plantas existentes e já estabelecidas na área. No entanto, devido à grande competitividade e ao alto potencial de produção do capim-braquiária, doses mais altas de N proporcionaram melhores condições para essa forrageira reduzir as invasoras e ocupar espaço na área da pastagem.

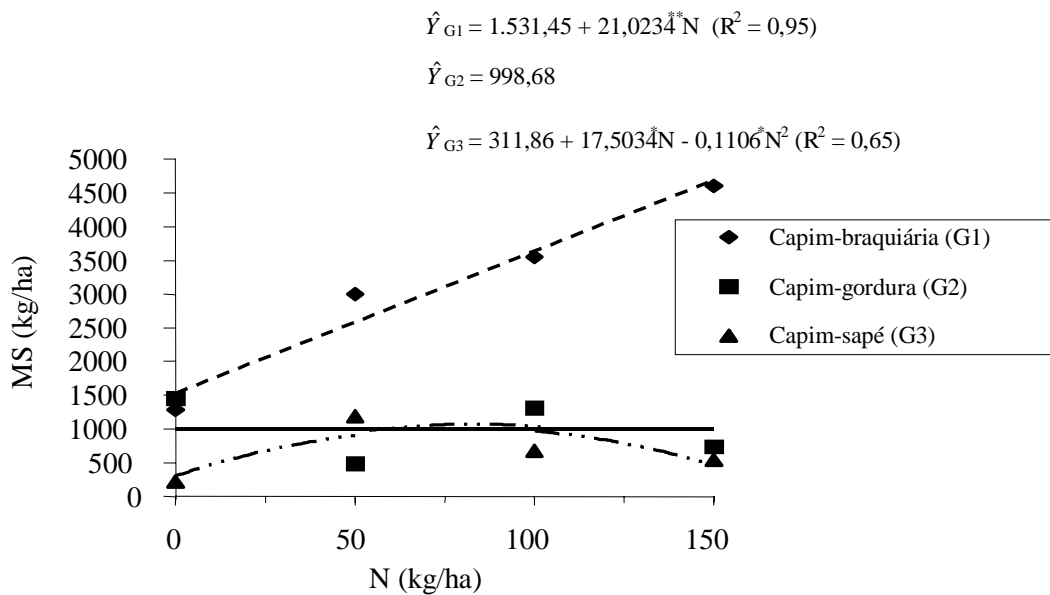


Figura 1 - Produção de matéria seca do capim-braquiária, capim-gordura e capim-sapé, em função das doses de nitrogênio, no primeiro corte.

No presente estudo, o capim-braquiária produziu, em um único corte, 2.996 kg/ha de MS na dose de N correspondente a 50 kg/ha. Esse valor foi superior aos encontrados por BOTREL et al. (1994), que, avaliando várias espécies de forrageiras adubadas com 50 kg/ha de N, encontraram as maiores produções de forragem ($P < 0,05$) para o capim-braquiária, 2.630 kg/ha, e para o capim-andropógon (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina), 2.000 kg/ha. As produções de MS registradas no presente estudo indicam a boa adaptação e resposta do capim-braquiária, ao N aplicado na região da Zona da Mata Mineira, já que não houve preparo total do solo na implantação do experimento e havia elevada presença de invasoras na pastagem. Já no estudo realizado por BOTREL et al. (1994), o solo foi arado e gradeado e as plantas daninhas, totalmente eliminadas.

Para o capim-jaraguá não se detectou influência ($P > 0,05$) das doses de N sobre as produções de MS. Em relação às outras plantas já existentes na área, os dados de produção ajustaram-se ($P < 0,01$) ao modelo quadrático apenas para o capim-gordura.

O capim-jaraguá atingiu produções bastante modestas em todos os tratamentos, provavelmente em função da baixa densidade de plantas estabelecidas na área, fato constatado durante a condução do experimento. Isso pode ter contribuído para menor aproveitamento do N, resultando em maiores perdas desse nutriente por volatilização e lixiviação, ou mesmo por absorção pelas plantas invasoras, o que foi evidenciado por CRUZ FILHO et al. (1986).

Com a baixa densidade de plantas do capim-jaraguá, era de se esperar que as outras plantas existentes na pastagem fossem favorecidas na competição por espaço, luz, água e nutrientes aplicados. Porém, somente o capim-gordura foi mais eficaz no aproveitamento do N, até a dose de 90 kg/ha, com produção máxima estimada em 2.371 kg/ha de MS (Figura 2). Isso se deve, provavelmente, ao baixo potencial de resposta do capim-gordura e a outros fatores de crescimento (níveis de outros nutrientes e fatores climáticos). Também, em Porto Rico, o capim-gordura respondeu à aplicação de N até certa dose, mas sofreu decréscimo de produção com doses mais elevadas (CARO-COSTA et al., 1960).

Em experimento realizado na EMBRAPA - CNPGL, a aplicação de N na forma de uréia teve efeito positivo sobre o crescimento do capim-gordura, tanto no primeiro quanto no segundo ano agrícola, e a produção máxima estimada foi obtida com a aplicação de 249,57 kg/ha de N (CARVALHO e SARAIVA, 1987). Embora salientem que esse capim possa responder a aplicações anuais de até 250 kg/ha em regime de cortes, esses autores sugerem uma aplicação não superior a 150 kg/ha, já que não há perspectivas de se aumentar a taxa de lotação animal nessas pastagens, em razão das características morfofisiológicas dessa forrageira.

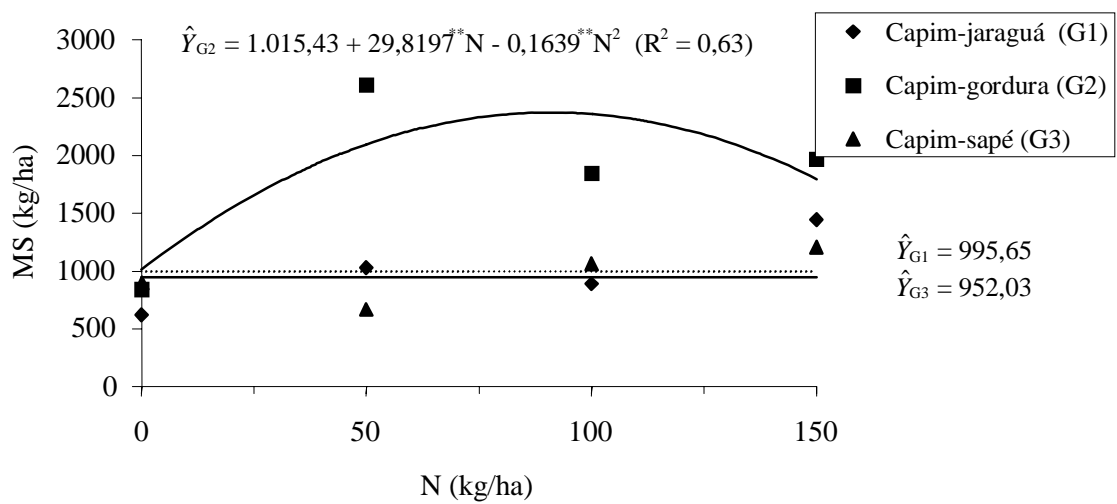


Figura 2 - Produção de matéria seca do capim-jaraguá, capim-gordura e capim-sapé, em função das doses de nitrogênio, no primeiro corte.

No tratamento correspondente ao consórcio capim-braquiária e estilosantes, as forrageiras consorciadas produziram 5.033 kg/ha de MS, sendo que a gramínea teve participação de 1.271 kg/ha (25%) e o estilosantes, 3.762 kg/ha (75%). O consórcio capim-jaraguá e estilosantes atingiu 3.751 kg/ha, com produção de 208 kg/ha (5,5%) para a gramínea e 3.543 kg/ha (94,5%) para o estilosantes (Quadro 4). A maior participação da leguminosa difere de resultados registrados na literatura e pode ser atribuída à deficiência de N no solo e à presença de outras plantas, inclusive o próprio estilosantes, que poderia explicar o baixo estabelecimento das gramíneas. A ausência da esperada transferência de N para as gramíneas nos dois consórcios pode ser explicada pelo reduzido período do ciclo vegetativo das forrageiras, semeadas em sulcos alternados. Portanto, essas circunstâncias discutidas explicam a diferença não-significativa ($P>0,05$) entre as médias dos consórcios (Quadro 4).

Quadro 4 - Produção de matéria seca (kg/ha) de forrageiras introduzidas e em consorciação, do capim-gordura, capim-sapé, outras plantas daninhas e outras forrageiras, nos diferentes tratamentos, no primeiro corte

Tratamentos ¹	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Capim-sapé	Outras daninhas	Outras forrageiras
B+0	1.284 b A	1.454 a A	219 a A	70 a A	0 a A
B+50	2.996 a A	486 a A	1.187 a A	226 a A	249 a A
B+100	3.547 a A	1.318 a A	679 a A	144 a A	0 a A
B+150	4.604 a A	734 a A	540 a A	189 a A	405 a A
J+0	618 b B	843 a A	868 a A	241 a A	370 a A
J+50	1.030 b A	2.610 b A	669 a A	45 a A	296 a A
J+100	887 b B	1.843 b A	1.061 a A	97 a A	564 a A
J+150	1.445 b A	1.970 b A	1.208 a A	169 a A	594 a A
B+E	5.033 a	699 a	1.029 a	103 a	0 a
J+E	3.751 A	1.536 A	602 A	141 A	14 A
	ns	*	ns	ns	ns
Média	2.520	1.349	806	143	249
CV (%)	46,43	35,25	49,44	105,17	144,71

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem do mesmo pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem do mesmo pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

Não houve tempo suficiente para deposição de folhas de leguminosa no solo em quantidades relevantes, o que foi agravado pelo fato de o experimento ter sido conduzido em regime de cortes, pois CANTARUTTI e BODDEY (1997) concluíram que a liteira é responsável por 90% do N transferido da leguminosa para gramínea somente 10% é transferido, via direta, por exsudatos excretados pelas raízes ou por fluxo de N, por meio de hifas micorrízicas que interconectam as raízes das duas espécies.

Portanto, após cortes subseqüentes e sobretudo em regime de pastejo, deverá ocorrer transferência satisfatória de N para as gramíneas nos próximos anos de avaliação, já que as forrageiras estarão melhor estabelecidas, podendo haver maior acúmulo de liteira no solo.

A predominância do estilosantes nos consórcios com as gramíneas capim-braquiária e capim-jaraguá, conforme constatado nesse trabalho, é em geral, contrária aos de outros trabalhos. Assim, em experimento de sete acessos de leguminosas, somente as produções de MS de *S. guianensis* cv. Bandeirantes (6.350 kg/ha) e *Galactia striata* (5.530 kg/ha) foram superiores às produções de MS de seis gramíneas estudadas, comprovando o melhor potencial dessas forrageiras quando comparado ao das leguminosas (BOTREL et al., 1994).

A produção de MS do consórcio capim-braquiária e estilosantes foi superior ($P < 0,05$) às do capim-braquiária e capim-jaraguá nos tratamentos testemunhas (0 kg/ha de N) e do capim-jaraguá adubado com 50, 100 e 150 kg/ha de N (Quadro 4). A grande participação da leguminosa no consórcio explica essa superioridade.

O consórcio capim-jaraguá e estilosantes foi superior ($P < 0,05$) aos tratamentos capim-jaraguá sem adubação nitrogenada e adubado com 100 kg/ha de N, mas não se detectou diferença ($P > 0,05$) entre as produções nos demais tratamentos com as forrageiras introduzidas (Quadro 4). A baixa resposta na produção de MS do capim-jaraguá não-adubado com N realça a importância do N sobre os processos fisiológicos e bioquímicos da planta, os quais têm reflexo na produção de matéria seca da forrageira (RAIJ, 1991). Já a baixa produção do capim-jaraguá (887 kg/ha) adubado com 100 kg/ha de N pode ser atribuída ao

aproveitamento do nutriente pelas outras plantas existentes na área, principalmente o capim-gordura (1.843 kg/ha) e o capim-sapé (1.061 kg/ha), que alcançaram rendimentos forrageiros bem mais expressivos. Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos de SILVA (1983) e BODDEY et al. (1993). GOMIDE et al. (1984b), em trabalho de campo, verificaram que os consórcios capim-jaraguá e centrosema e capim-jaraguá e soja perene foram superiores apenas ao tratamento da gramínea pura, sem adubação nitrogenada (testemunha).

Na comparação das produções de MS das gramíneas introduzidas dentro de cada dose de N, observaram-se efeitos mais expressivos nas maiores doses do nutriente (100 e 150 kg/ha). Estes tratamentos proporcionaram superioridade ($P < 0,05$) do capim-braquiária em relação ao capim-jaraguá (Quadro 5).

Quadro 5 - Produção de matéria seca (kg/ha) de forrageiras introduzidas do capim-gordura, capim-sapé, outras plantas daninhas e outras forrageiras, nas diferentes doses de nitrogênio, no primeiro corte

N (kg/ha)	Forrageiras introduzidas ¹		Capim- gordura		Capim- sapé		Outras daninhas		Outras forrageiras	
	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J
0	1.284 a	618 a	1.454 a	843 a	219 a	868 a	70 a	241 a	0 a	370 a
50	2.996 a	1.030 a	486 b	2.610 a	1.187 a	669 a	226 a	45 a	249 a	296 a
100	3.547 a	887 b	1.318 a	1.843 a	679 a	1.061 a	144 a	97 a	0 a	564 a
150	4.604 a	1.445 b	734 b	1.970 a	540 a	1.208 a	189 a	169 a	405 a	594 a
Médi	3.107	995	998	1.816	656	951	157	138	163	456

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por GOMIDE et al. (1984b), avaliando capim-colônia e capim-jaraguá, e BOTREL et al. (1994), avaliando diversas espécies forrageiras em região do Campo das Vertentes, em Minas Gerais.

É possível que o capim-jaraguá seja mais exigente, em fertilidade do solo, que o capim-braquiária, podendo outros nutrientes terem limitado sua resposta ao N aplicado, especialmente o K. Além disso, o capim-braquiária tem melhor potencial de produção forrageira em regiões montanhosas, pelo hábito de crescimento que lhe permite melhor cobertura do solo e, portanto, vantagem na competição com as plantas indesejáveis pelo nutriente fornecido. Considerando as condições de solo (Quadro 1) e de relevo do local onde o experimento foi instalado, era esperada melhor performance da forrageira menos exigente, o capim-braquiária.

BOTREL e XAVIER (2000) avaliaram dezessete espécies de forrageiras em área de relevo acidentado, no período seco, e verificaram que a maior produção de MS (870 kg/ha.30 dias) e a melhor cobertura do solo (98%) foram proporcionadas pelo capim-braquiária. Em contrapartida, o capim-jaraguá teve a pior performance, produzindo apenas 40 kg/ha.30 dias de MS e cobrindo apenas 35% do solo, tendo sido considerado de uso inviável em regiões montanhosas.

A superioridade ($P < 0,05$) da produção de capim-gordura detectada nas parcelas de capim-jaraguá adubadas com 50 e 150 kg/ha de N, em relação à sua produção nas parcelas de capim-braquiária, reflete indiretamente o baixo estabelecimento do capim-jaraguá na pastagem e, portanto, a baixa resposta ao N aplicado. Não houve influência ($P > 0,05$) das doses de N aplicadas nas produções de MS do capim-sapé, de outras plantas daninhas e de outras forrageiras comparadas nas parcelas em que se introduziram capim-braquiária e capim-jaraguá adubados com as diferentes doses de N (Quadro 5).

4.1.2. Proteína bruta

Os teores de PB do capim-braquiária e do capim-jaraguá aumentaram linearmente ($P < 0,01$) com a adubação nitrogenada (Figuras 3 e 4). Resultados semelhantes foram relatados por SILVA (1983), GOMIDE et al. (1984a) e GOMIDE et al. (1984b), que demonstraram efeito positivo do N sobre o teor de proteína em gramíneas.

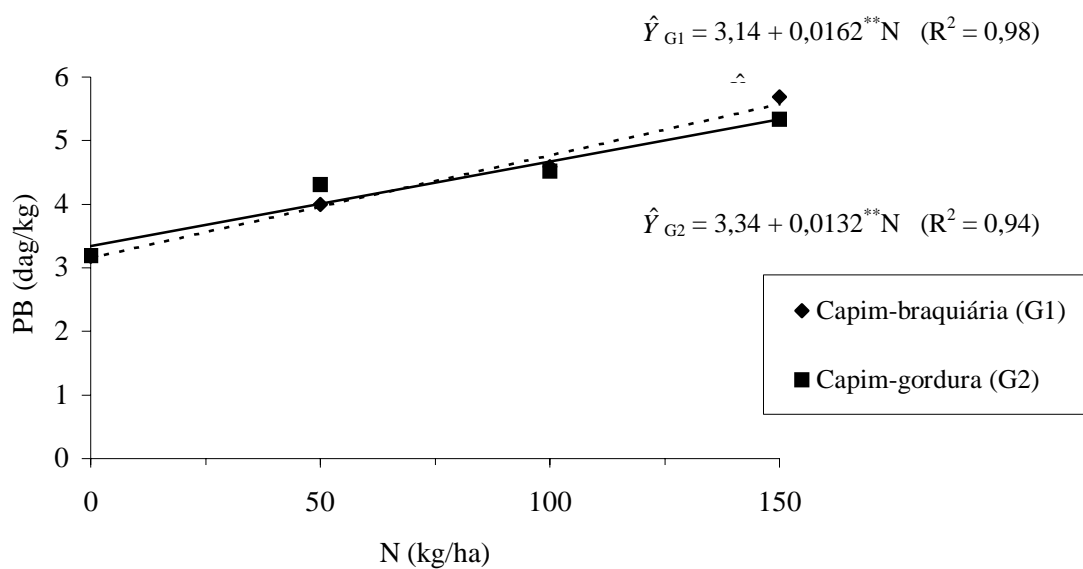


Figura 3 - Teor de proteína bruta (PB) da parte aérea do capim-braquiária e do capim-gordura, em função das doses de nitrogênio, no primeiro corte.

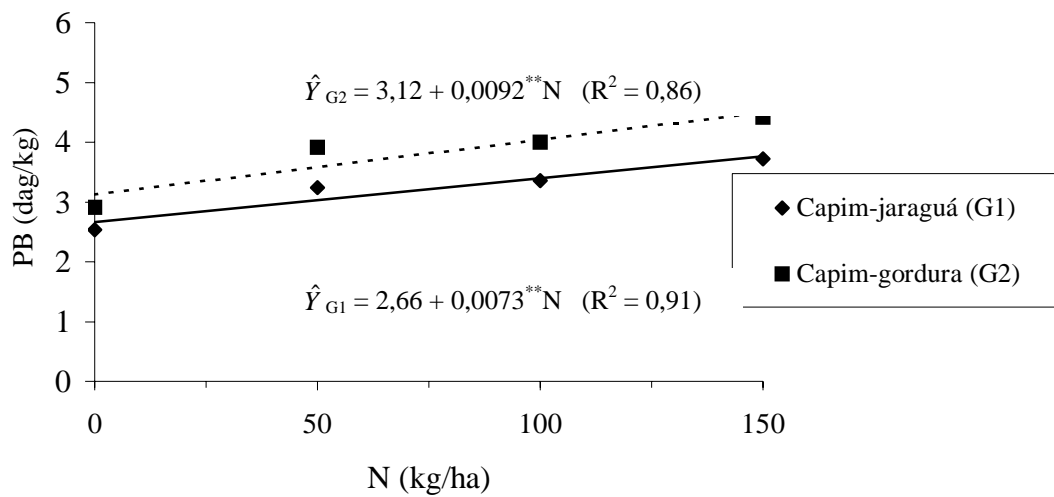


Figura 4 - Teor de proteína bruta (PB) da parte aérea do capim-jaraguá e do capim-gordura, em função das doses de nitrogênio, no primeiro corte.

Quando se elevaram as doses de N de 0 para 150 kg/ha, aumentaram-se a sua disponibilidade no solo e a densidade de plantas forrageiras em cada tratamento, o que resultou em maior rendimento forrageiro. Então, a maior densidade de plantas realçou a importância de nutrientes absorvidos por fluxo de massa, como é o caso do N (NOVAIS e SMYTH, 1999).

Os dados obtidos com a forrageira capim-gordura existente na pastagem parecem confirmar esse fato, já que esta não estava localizada no sulco de plantio em que a adubação foi direcionada, mas ainda assim apresentou incremento no teor de PB, à medida que se elevaram as doses de N no solo (Figuras 3 e 4). De maneira geral, embora menos produtivo, o capim-gordura apresentou teores de PB superiores aos das gramíneas introduzidas na pastagem. Também, CARVALHO e SARAIVA (1987) observaram aumento nas concentrações de N na parte aérea do capim-gordura em todos os cortes efetuados, na medida em que as doses aplicadas desse nutriente foram elevadas.

No Quadro 6, são apresentados os teores de PB das forrageiras, em função das doses de N aplicado e em consórcio com estilósantes. Para as forrageiras introduzidas, os dois consórcios apresentaram teores de PB muito superiores ($P < 0,05$) aos valores obtidos para as gramíneas puras. A superioridade do consórcio, vinculada principalmente à leguminosa, também foi constatada em trabalhos semelhantes desenvolvidos por GOMIDE et al. (1984b), GOMIDE et al. (1984c) e BODDEY et al. (1993).

As leguminosas apresentam menor queda no valor nutritivo com o avanço dos estádios fisiológicos e têm grande capacidade de absorção de água mesmo em condições climáticas adversas (ANDRADE, 1982). A fixação biológica de N pelas bactérias em simbiose com leguminosas forrageiras dão condições a essas de atenderem suas exigências (CANTARUTTI e BODDEY, 1997). Nos consórcios capim-braquiária e capim-jaraguá associados com estilósantes, houve maior participação da leguminosa no rendimento forrageiro e, conseqüentemente, no teor de PB em relação às gramíneas estudadas. No consórcio capim-braquiária e estilósantes, enquanto a gramínea contribuiu com 3,40 dag/kg de MS para PB, o estilósantes apresentou 9,08 dag/kg. No

tratamento capim-jaraguá e estilosantes, a gramínea atingiu 2,69 dag/kg e a leguminosa,

9,40 dag/kg. Os relatos da literatura e os valores acima explicam a superioridade dos consórcios em relação às gramíneas puras, principalmente nesse primeiro corte, que correspondeu a uma época de elevado déficit hídrico no solo, que é um dos fatores limitantes para absorção de N pelas plantas.

Quadro 6 - Teor de proteína bruta (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no primeiro corte

Tratamentos ¹	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	3,18 b B	3,19 a A
B+50	3,99 b B	4,31 a B
B+100	4,59 b B	4,52 a B
B+150	5,68 b B	5,33 b B
J+0	2,53 b B	2,91 b A
J+50	3,24 b B	3,91 a A
J+100	3,36 b B	4,00 a A
J+150	3,72 b B	4,41 a B
B+E	7,63 a	3,93 a
J+E	8,96 A	3,15 A
	**	*
Média	4,69	3,96
CV (%)	5,28	8,97

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

O teor de PB do consórcio capim-jaraguá e estilosantes foi significativamente maior ($P < 0,05$) que o do consórcio capim-braquiária e estilosantes (Quadro 6). Isso se deve à menor participação do capim-jaraguá na produção de MS do consórcio (208 kg/ha). Apesar de os valores de PB do estilosantes nos dois consórcios terem se aproximado, a produção de MS do capim-braquiária (1.271 kg/ha) contribuiu para reduzir a média ponderada de PB da associação dessa gramínea com a leguminosa.

Resultados de trabalhos realizados por OLIVEIRA (1980), GOMIDE et al. (1980), ANDRADE (1982) e BODDEY et al. (1993) aproximam-se dos dados encontrados no presente trabalho. Por outro lado, BOTREL e XAVIER (2000), avaliando forrageiras para áreas de relevo acidentado no período seco, encontraram valores de PB da ordem de 9,0 e 8,0 dag/kg de MS para capim-braquiária e capim-jaraguá, respectivamente.

De maneira geral, os teores de PB do capim-gordura existente nas parcelas correspondentes às gramíneas puras, em função de N, foram similares àqueles do capim-gordura existente na parcela de capim-braquiária e estilosantes associados, exceto para os teores de PB dos tratamentos capim-braquiária adubado com 150 kg/ha de N e capim-jaraguá não-adubado com N. Portanto, a aplicação de 150 kg/ha de N promoveu a superioridade ($P < 0,05$) do teor de PB do capim-gordura em relação ao teor de PB deste capim na parcela relativa ao consórcio capim-braquiária e estilosantes. Por sua vez, a não-aplicação de N foi a causa da inferioridade ($P < 0,05$) do teor de PB do capim-gordura, quando comparado com seu teor na parcela correspondente ao consórcio. Já os teores de PB do capim-gordura nas parcelas em que se introduziu capim-braquiária com 50, 100 e 150 kg/ha de N e capim-jaraguá adubado com 150 kg/ha de N foram mais altos ($P < 0,05$) que o teor de PB do capim-gordura existente na parcela correspondente ao consórcio capim-jaraguá e estilosantes (Quadro 6).

Quando se compararam os valores de PB obtidos nas forrageiras introduzidas, verificou-se que os teores na MS do capim-braquiária foram superiores ($P < 0,05$) aos do capim-jaraguá em todas as doses de N (Quadro 7).

Os baixos teores de proteína no capim-jaraguá podem ser atribuídos à queda mais acentuada no seu valor nutritivo com o avanço da idade, quando comparado a várias outras gramíneas, inclusive o capim-braquiária. Assim, OLIVEIRA et al. (1980) detectaram em capim-braquiária teores de PB da ordem de 7,90 e 4,80 dag/kg de MS aos 21 e 42 dias de idade, respectivamente. Aos 105 e 126 dias, estes valores reduziram para 3,23 e 2,64 dag/kg de MS, respectivamente.

O teor de PB do capim-gordura foi mais elevado ($P < 0,05$) na parcela em que foi introduzido capim-braquiária apenas na dose de 150 kg/ha de N (Quadro 7). Nesse caso, pode ter havido maiores perdas de N do sistema naqueles tratamentos em que se introduziu capim-jaraguá, já que esse não se estabeleceu bem, permitindo áreas de solo descobertas nas parcelas.

Nível adequado de N na forragem é necessário para não limitar o consumo voluntário pelo animal. O nível crítico de PB na forrageira é de 7 dag/kg de MS, abaixo do qual o consumo é reduzido por limitação de N no rúmen do animal (MILFORD e MINSON, 1966). Verifica-se, portanto, que, apesar de o capim-braquiária ter sido superior ao capim-jaraguá em todas as doses de N, outros fatores, como a realização do primeiro corte nove meses após a semeadura, limitaram a concentração de N na parte aérea das plantas, mesmo quando aplicadas doses elevadas de N no solo, sendo seus teores de PB insatisfatórios para a produção animal.

Quadro 7 - Teor de proteína bruta (dag/kg) de forrageiras introduzidas e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no primeiro corte

N (kg/ha)	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J
0	3,18 a	2,53 b	3,19 a	2,91 a
50	3,99 a	3,24 b	4,31 a	3,91 a
100	4,59 a	3,36 b	4,52 a	4,00 a
150	5,68 a	3,72 b	5,33 a	4,41 b
Média	4,36	3,21	4,33	3,80

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

4.1.3. Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido

Os teores de FDN do capim-braquiária ($\hat{Y} = \bar{Y} = 73,14\%$) e do capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 79,52\%$) não foram influenciados (P>0,05) pela aplicação de N. De modo geral, a literatura não tem mostrado acentuadas diferenças nos teores de FDN de gramíneas tropicais, em resposta à adubação nitrogenada (MOIR, 1974; PACIULLO, 1997).

Também, os teores de FDA não foram influenciados (P>0,05) pelas doses de N aplicadas ao capim-braquiária ($\hat{Y} = \bar{Y} = 37,66\%$) e ao capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 47,41\%$). Desse modo, constata-se a pouca influência da adubação nitrogenada nos teores de FDA das gramíneas estudadas. A maturação fisiológica com o avanço da idade e as características morfofisiológicas de determinada espécie podem ter maior relevância, especialmente em épocas secas, quando o déficit hídrico limita a absorção de nutrientes e temperaturas baixas, a taxa de crescimento da planta.

Por outro lado, quando se compararam os efeitos das diferentes doses de N aplicadas às gramíneas com os das associações capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes, para as forrageiras introduzidas, os teores de FDN foram significativamente menores (P<0,05) nos consórcios (Quadro 8). Nota-se, de forma geral, que o consórcio capim-braquiária e estilosantes apresentou, em

média, 7,80 unidades percentuais de constituintes da parede celular (FDN) a menos que a média dos quatro tratamentos com capim-braquiária, em função das doses de N. Também apresentou 14,17 unidades percentuais a menos que a média dos tratamentos com capim-jaraguá adubado com N. O consórcio capim-jaraguá e estilosantes apresentou 12,50 e 18,97 unidades percentuais a menos de constituintes da parede celular que as médias dos tratamentos com capim-braquiária e capim-jaraguá, em função das doses de N, respectivamente. As grandes diferenças observadas entre os tratamentos comparados são atribuídas à maior participação do estilosantes, que apresentou menores teores de FDN relativos aos das gramíneas. Assim, na associação com capim-braquiária, o teor de FDN da leguminosa foi de 62%, enquanto a gramínea apresentou média de 76%. No consórcio com capim-jaraguá, os teores médios de FDN foram de 60 e 74% para o estilosantes e a gramínea, respectivamente.

Quadro 8 - Teor de fibra em detergente neutro (%) e fibra em detergente ácido (%) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no primeiro corte

Tratamentos ¹	FDN		FDA	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	73,0 b B	72,0 a A	36,7 b B	38,0 a A
B+50	73,0 b B	74,6 a A	37,5 b B	39,5 a A
B+100	73,8 b B	73,3 a A	38,8 b A	40,2 a A
B+150	72,6 b B	74,9 a A	37,4 b B	40,0 a A
J+0	79,3 b B	76,0 a A	47,5 a B	40,6 a A
J+50	79,3 b B	73,8 a A	47,5 a B	40,3 a A
J+100	79,7 b B	75,0 a A	47,3 a B	40,2 a A
J+150	79,6 b B	76,7 a A	47,1 a B	42,0 a A
B+E	65,3 a	75,4 a	44,0 a	41,1 a
J+E	60,5 A	72,4 A	42,3 A	39,3 A
	*	ns	ns	ns
Média	73,6	74,4	42,6	40,1
CV (%)	3,08	2,60	4,48	4,18

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100 e 150 kg/ha de nitrogênio.

² Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste F (P>0,05).

WENDLING (1997) encontrou, em pastagens formadas de capim-braquiária, teor de FDN igual a 70,10%. KABEYA (2000) observou valor semelhante (71,06%) em avaliação realizada no mês de outubro. Todos os resultados do presente trabalho apresentaram valores similares. Esses valores eram esperados em razão da idade avançada em que as gramíneas se encontravam no final do mês de agosto.

Não foram detectadas diferenças ($P > 0,05$) entre os teores de FDN e de FDA do capim-gordura existente nos tratamentos dos consórcios e das gramíneas puras, em função das doses de N (Quadro 8). Este resultado reforça a importância da leguminosa na pastagem, contribuindo de forma direta no valor nutritivo do pasto.

O teor de FDN representa a fração química da forrageira, que se correlaciona mais estreitamente com o consumo voluntário, sendo que valores de constituintes da parede celular acima de 55 a 60% correlacionam de maneira negativa com o consumo (VAN SOEST, 1965). Se o mais baixo teor de FDN encontrado, correspondente ao tratamento capim-jaraguá e estilosantes (60,5%), está acima do valor crítico máximo, constata-se que o consumo voluntário das forrageiras avaliadas poderá ser limitado, fato ainda mais agravado pelo baixo teor protéico verificado nas gramíneas.

O tratamento capim-braquiária e estilosantes foi superior ($P < 0,05$) ao capim-jaraguá e estilosantes, devido ao maior incremento de MS do capim-braquiária. Como houve produções semelhantes de MS da leguminosa nos dois consórcios e seu valor nutritivo é melhor, em que foi verificada maior participação da gramínea no consórcio, constataram-se maiores teores de FDN.

Ainda no Quadro 8, para as forrageiras introduzidas, verifica-se que o consórcio capim-braquiária e estilosantes atingiu teor de FDA estatisticamente igual ($P > 0,05$) a todos os tratamentos com capim-jaraguá adubado com N, mas foi superior ($P < 0,05$) àqueles com capim-braquiária em função de N. Os teores de FDA do capim-braquiária foram mais baixos, provavelmente, devido à maior presença de folhas nessa gramínea adubada com N na época do corte. A esse

fator associa-se a participação de constituintes da parede celular, refletida nos teores de FDA encontrados.

NUNES et al. (1984) estudaram *B. brizantha* cv. Marandu quanto ao valor nutritivo dos componentes folhas, hastes e planta inteira, no período seco. As folhas apresentaram 34% de FDA; as hastes, 52,8%; e a planta inteira, 49,5%. Esses valores indicam a importância da relação folha/caule no valor nutritivo de uma forrageira.

O consórcio capim-jaraguá e estilosantes foi superior ($P < 0,05$) àqueles com capim-braquiária em função de N, exceto quando a gramínea foi adubada com 100 kg/ha de N ($P > 0,05$), e inferior ($P < 0,05$) aos tratamentos que combinavam capim-jaraguá e doses crescentes de N, para a característica FDA (Quadro 8). A partir destes resultados, conclui-se que os seus teores de FDA não são influenciados pelo N, seja na forma de adubo químico ou fixado por microrganismos, e os teores de lignocelulose (FDA) na parede celular foram maiores em capim-jaraguá, intermediários em estilosantes, e mais baixos em capim-braquiária, quando avaliados no mês de agosto. Comparando-se os consórcios entre si, verifica-se que ambos são iguais ($P > 0,05$). Este resultado era esperado, uma vez que os valores de FDA encontrados foram muito próximos para as três forrageiras introduzidas.

Quando se comparam os teores de FDN do capim-braquiária com os do capim-jaraguá em todas as doses de N aplicado, para as forrageiras introduzidas, nota-se que na primeira espécie os valores foram significativamente menores ($P < 0,05$) (Quadro 9). Isso confirma a diminuição mais acentuada no valor nutritivo do capim-jaraguá com o avanço da idade, e não pela influência do N. Já os teores de FDN do capim-gordura existente na pastagem não foram influenciados ($P > 0,05$) pela introdução de capim-braquiária e capim-jaraguá, exceto quando as gramíneas não receberam adubação nitrogenada.

Quadro 9 - Teor de fibra em detergente neutro (%) e fibra em detergente ácido (%) de forrageiras introduzidas e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no primeiro corte

N (kg/ha)	FDN				FDA			
	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	73,0 b	79,3 a	72,0 b	76,0 a	36,7 b	47,5 a	38,0 a	40,6 a
50	73,0 b	79,3 a	74,6 a	73,8 a	37,5 b	47,5 a	39,5 a	40,3 a
100	73,8 b	79,7 a	73,3 a	75,0 a	38,8 b	47,3 a	40,2 a	40,2 a
150	72,6 b	79,6 a	74,9 a	76,7 a	37,4 b	47,1 a	40,0 a	42,0 a
Média	73,1	79,4	73,7	75,3	37,6	47,3	39,4	40,7

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica, na mesma linha, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Também no Quadro 9, pode ser verificada a melhor resposta do capim-braquiária em relação ao capim-jaraguá em todas as doses de N, quanto aos teores de FDA. Os resultados foram significativos (P<0,05) e refletem a concentração de lignina e celulose na parte aérea da planta. Isso era esperado com base no hábito de crescimento das forrageiras. O capim-jaraguá, de hábito cespitoso, deveria produzir mais constituintes da parede celular para se manter ereto, principalmente lignina. Em contrapartida, o capim-braquiária, de hábito decumbente, não necessitaria de altos teores para manter sua posição natural em relação ao solo. Pode-se ainda observar que os teores de FDA do capim-gordura existentes na pastagem não foram influenciados (P>0,05) pela introdução de capim-braquiária e capim-jaraguá adubados com a mesma dose de N.

4.1.4. Composição mineral

4.1.4.1. Fósforo e potássio

Os teores de P ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,053$ dag/kg) e K ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,468$ dag/kg) do capim-jaraguá não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas doses de N, provavelmente, em razão da não-variação na produção de forragem em resposta ao N aplicado. Já no capim-braquiária, os teores de P e de K variaram inversamente ($P < 0,01$) com as doses de N, tendo os dados se ajustado às equações de regressão:

$$\hat{Y} = 0,1033 - 0,00027^{**} N \quad (R^2 = 0,82) \text{ (Fósforo)}$$

$$\hat{Y} = 0,9495 - 0,00178^{**} N \quad (R^2 = 0,66) \text{ (Potássio)}$$

Os decréscimos observados nos teores de P e K do capim-braquiária podem ser atribuídos ao processo natural de diluição, uma vez que a produção de MS seca foi positivamente correlacionada às doses de N aplicadas.

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os de alguns autores, que relataram correlação negativa dos teores de P com doses de N aplicadas a gramíneas tropicais, quando há incremento na produção de MS (GOMIDE e COSTA, 1984; FONSECA et al., 1992; e PACIULLO, 1997).

Já para os teores de K, GOMIDE e COSTA (1984) encontraram relações positivas para teores de K em capim-jaraguá e capim-colonião, em função de doses crescentes de N. Esses autores concluíram que a associação dos teores de determinado elemento na planta com a quantidade de N varia entre cortes. Isso torna desaconselhável o uso de uma equação geral para estimar o teor a ser observado em dada colheita.

Quando se comparam os teores de P das forrageiras introduzidas nas diferentes doses de N, verifica-se que somente o teor de P do tratamento capim-braquiária sem adubação nitrogenada foi superior ($P < 0,05$) aos dos tratamentos

correspondentes às gramíneas associadas ao estilosantes. Todos os teores de P dos demais tratamentos foram iguais ($P>0,05$) aos dos consórcios (Quadro 10). A não-significância dos demais tratamentos pode se basear no baixo teor de P (0,06 dag/kg de MS) encontrado na parte aérea da leguminosa, nos consórcios, e na dose uniforme de P aplicada no solo para todos os tratamentos, o que não provocou diferenças marcantes na concentração do nutriente na parte aérea das gramíneas. Estudos realizados por GOMIDE et al. (1984c) com duas gramíneas e quatro leguminosas corroboram os resultados encontrados no presente trabalho.

Relatos na literatura ratificam o baixo teor de P da leguminosa estudada. ANDRADE (1982) avaliou várias espécies de leguminosas em solo coletado na região de Sete Lagoas e encontrou teor de P da ordem 0,07 dag/kg de MS para o estilosantes, em corte realizado em outubro.

Da mesma forma, os teores de P do capim-gordura existente nos tratamentos correspondentes às gramíneas puras em função de N, em geral, foram similares ($P>0,05$) àqueles do capim-gordura presente nos tratamentos envolvendo os consórcios (Quadro 10).

Quadro 10 - Teor de fósforo (dag/kg) e potássio (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no primeiro corte

Tratamentos ¹	P		K	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	0,111 b B	0,071 a A	0,904 a A	0,671 a A
B+50	0,080 a A	0,092 a A	0,968 a A	0,838 a A
B+100	0,070 a A	0,077 a A	0,689 a A	0,646 b A
B+150	0,068 a A	0,079 a A	0,699 a A	0,613 b A
J+0	0,063 a A	0,089 a A	0,513 a B	0,723 a A
J+50	0,059 a A	0,080 a A	0,456 b B	0,725 a A
J+100	0,045 a A	0,070 a A	0,433 b B	0,711 a A
J+150	0,046 a A	0,072 a A	0,470 b B	0,890 a A
B+E	0,075 a	0,103 a	0,726 a	0,951 a
J+E	0,065 A	0,082 A	0,890 A	0,779 A
	ns	ns	*	ns
Média	0,068	0,081	0,675	0,755
CV (%)	19,35	18,13	13,81	15,84

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

Quanto aos teores de K das forrageiras introduzidas (Quadro 10), pode-se verificar que, no consórcio capim-braquiária e estilosantes, seu valor foi superior ($P < 0,05$) apenas aos dos tratamentos referentes ao capim-jaraguá adubado com 50, 100 e 150 kg/ha de N. No consórcio capim-jaraguá e estilosantes, o teor de K foi superior ($P < 0,05$) aos de todos os tratamentos com capim-jaraguá em função de N, mas não diferiu ($P > 0,05$) dos tratamentos com capim-braquiária. Quando os consórcios foram comparados entre si, o teor de K foi mais elevado ($P < 0,05$) no capim-jaraguá e estilosantes associados.

De maneira geral, pode-se atribuir os resultados acima aos baixos teores de K encontrados no capim-jaraguá, o que também foi verificado em estudos realizados por GOMIDE et al. (1984c). A média ponderada do consórcio capim-jaraguá e estilosantes elevou-se, devido à menor participação da gramínea na produção de MS e ao maior teor de K da leguminosa (0,91 dag/kg de MS), que possivelmente, em condições de baixa disponibilidade de K, explorou maior volume de solo que a gramínea. Essa constatação explica os teores menos modestos do elemento nesse consórcio e, portanto, a similaridade, quando comparado aos teores de K do capim-braquiária adubado com N. Todavia, é importante ressaltar que, na maioria dos trabalhos encontrados na literatura, em condições favoráveis de disponibilidade de K no solo, as gramíneas foram mais ricas em K que as leguminosas (ANDRADE, 1982; GOMIDE e COSTA, 1984; e GOMIDE et al., 1984c).

Para o capim-gordura, apenas os teores de K nas parcelas correspondentes ao capim-braquiária adubado com 100 e 150 kg/ha de N foram inferiores ($P > 0,05$) ao teor de K do capim-gordura presente na parcela relativa ao tratamento capim-braquiária e estilosantes associados. Os demais tratamentos foram similares aos consórcios (Quadro 10).

Ao se compararem os teores de P das gramíneas introduzidas (Quadro 11), observa-se que, no capim-braquiária, os valores foram maiores ($P < 0,05$) que no capim-jaraguá, quando ambas as gramíneas receberam 0 e 100 kg/ha de N. Nas doses de 50 e 150 kg/ha de N, o efeito de diluição pode ter sido o fator causador da diminuição dos teores de P no capim-braquiária, quando

se aumentou a dose de N. Por outro lado, o capim-jaraguá produziu 1.030 e 1.445 kg/ha de MS, com 50 e 150 kg/ha de N aplicado, e 618 e 887 kg/ha de MS, com 0 e 100 kg/ha de N, respectivamente (Quadro 4). Isso mostra que, mesmo com produções mais altas, não houve efeito de diluição, quando se aumentou a dose de N de 100 para 150 kg/ha, e os teores de P foram estatisticamente iguais ($P > 0,05$). A queda dos teores de P no capim-braquiária e a constância dos teores no capim-jaraguá explicam a não-significância detectada para as gramíneas, em função da aplicação de 50 e 150 kg/ha de N.

Quadro 11 - Teor de fósforo (dag/kg) e potássio (dag/kg) de forrageiras introduzidas, e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no primeiro corte

N (kg/ha)	P				K			
	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	0,111 a	0,063 b	0,071 a	0,089 a	0,904 a	0,513 b	0,671 a	0,723 a
50	0,080 a	0,059 a	0,092 a	0,080 a	0,968 a	0,456 b	0,838 a	0,725 a
100	0,070 a	0,045 b	0,077 a	0,070 a	0,689 a	0,433 b	0,646 a	0,711 a
150	0,068 a	0,046 a	0,079 a	0,072 a	0,699 a	0,470 b	0,613 b	0,890 a
Média	0,082	0,053	0,079	0,077	0,815	0,468	0,692	0,762

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

FONSECA et al. (1992) afirmaram que o capim-braquiária foi mais eficiente na absorção de P que o capim-jaraguá, refletida pela maior concentração do nutriente no tecido vegetal. Apesar de os teores de P na MS das forrageiras estudadas seguirem a mesma tendência daqueles relatados na literatura, os valores para o capim-braquiária e o capim-jaraguá estão muito inferiores àqueles considerados como níveis críticos.

FONSECA et al. (1992), em estudo realizado em casa de vegetação, encontraram teores de P na parte aérea do capim-braquiária e capim-jaraguá

variando entre 0,13 e 0,50 dag/kg de MS, no primeiro corte. Essa observação foi feita em plantas cultivadas em amostras de solo coletadas na região de Viçosa, MG. Os autores ainda verificaram níveis críticos de P da ordem de 0,19 e 0,24 dag/kg para capim-braquiária e capim-jaraguá, respectivamente. GUSS et al. (1990) encontraram teores de P de 0,24 dag/kg de MS em capim-braquiária e níveis críticos que variaram entre 0,11 e 0,59 dag/kg de MS para quatro espécies do gênero *Brachiaria*.

Deve-se considerar, entretanto, que os teores de P dependem das condições de solo, clima e espécie e, principalmente, do estágio de desenvolvimento da planta, que poderão influenciar os mesmos, aumentando-os ou diminuindo-os.

No que se refere aos teores de K comparados dentro das doses de N aplicadas (Quadro 11), observa-se que o capim-braquiária apresentou maiores ($P < 0,05$) valores em todas as doses de N testadas. Este resultado mostra melhor adaptação do capim-braquiária a solos de baixa fertilidade. Já para o capim-gordura, os teores de K foram similares ($P > 0,05$), exceto para a dose de 150 kg/ha de N. Com essa dose, o teor de K do capim-gordura na parcela em que foi introduzido capim-jaraguá foi mais alto ($P < 0,05$) que o do capim-gordura existente na parcela de capim-braquiária. Isso vem confirmar que, como o capim-jaraguá absorveu menos K, o capim-gordura presente junto a essa gramínea introduzida teve mais oportunidade para absorver o nutriente.

Os teores de K encontrados no presente trabalho estão bem abaixo dos observados por GOMIDE e COSTA (1984) em capim-jaraguá e capim-colonião, avaliados nos meses de abril e maio, respectivamente. As doses de N variaram entre 0 e 80 kg/ha e os teores de K, entre 1,49 e 1,72 dag/kg de MS para o capim-jaraguá. Para o capim-colonião, as variações de K ficaram entre 1,59 e 2,30 dag/kg de MS.

Os baixos teores de K das forrageiras estudadas podem ser atribuídos à baixa disponibilidade do nutriente no solo avaliado. Também, a aplicação em dose única de apenas 105 kg/ha de KCl pode ter limitado a disponibilidade desse nutriente para as forrageiras, por ter proporcionado maiores perdas.

MONTEIRO et al. (1980), estudando capim-colonião, em função de doses crescentes de N, atribuíram a baixa concentração de K (1,30 dag/kg de MS) na planta à sua pouca disponibilidade no solo, visto que foi encontrado teor mais alto de K na gramínea, na ausência de adubo nitrogenado. No trabalho desses autores, foram aplicados 167 kg/ha de KCl somente no início do período experimental. Esse resultado evidencia a importância da interação positiva entre N e K na planta.

4.1.4.2. Cálcio e magnésio

Os teores de Ca não foram influenciados ($P>0,05$) pelas doses de N aplicadas ao capim-braquiária ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,535$ dag/kg) e ao capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,464$ dag/kg). Estes resultados estão de acordo com os de GOMIDE e COSTA (1984), GOMIDE et al. (1984b) e PACIULLO (1997), que não encontraram tendência definida quanto aos efeitos do N sobre a concentração de Ca nas gramíneas forrageiras tropicais. Os teores de Mg do capim-braquiária ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,275$ dag/kg) e do capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,182$ dag/kg), em função das doses de N, também não variaram ($P>0,05$) e, portanto, não foram ajustadas equações de regressão.

Para os teores de Mg na MS do capim-braquiária em todas as doses de N e no capim-jaraguá na dose de 150 kg/ha (Quadro 12), os valores estão acima do nível crítico, 0,2 dag/ha, considerado por Woodson, citado por NEPTUNE (1986), para evitar deficiência nos animais.

GOMIDE e COSTA (1984) encontraram relação linear positiva entre teor de Mg e doses de N para capim-jaraguá, em quatro das seis datas de corte, e relação linear negativa para capim-colonião apenas em uma data, sendo que, nas demais datas de corte, os teores permaneceram constantes.

Nos consórcios relativos às gramíneas e leguminosa, os teores de Ca foram estatisticamente superiores ($P<0,05$) aos dos tratamentos capim-braquiária e capim-jaraguá, em cultivos solteiros, em função de N (Quadro 12). Estes

resultados eram esperados, uma vez que a leguminosa é normalmente mais rica em Ca que a gramínea e houve maior participação da mesma no rendimento forrageiro do consórcio. Foi encontrado valor da ordem de 0,85 dag/kg de MS para o estilosantes, tanto associado ao capim-braquiária quanto ao capim-jaraguá. Por isso, quando comparados, os dois consórcios não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$).

Quadro 12 - Teor de cálcio (dag/kg) e magnésio (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no primeiro corte

Tratamentos ¹	Ca		Mg	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	0,586 b B	0,497 a A	0,272 b B	0,180 a A
B+50	0,537 b B	0,457 a A	0,285 b B	0,198 a A
B+100	0,518 b B	0,490 a A	0,289 b B	0,246 b B
B+150	0,499 b B	0,457 a A	0,254 a B	0,202 a A
J+0	0,500 b B	0,430 a A	0,179 a A	0,141 a A
J+50	0,484 b B	0,454 a A	0,168 a A	0,162 a A
J+100	0,430 b B	0,441 a A	0,181 a A	0,176 a A
J+150	0,442 b B	0,376 a A	0,202 a A	0,167 a A
B+E	0,778 a	0,437 a	0,179 a	0,158 a
J+E	0,824 A	0,429 A	0,161 A	0,156 A
	ns	ns	ns	ns
Média	0,560	0,447	0,217	0,178
CV (%)	12,05	13,39	15,75	13,58

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100 e 150 kg/ha de nitrogênio.

² Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

Os teores de Ca encontrados por GOMIDE et al. (1984c) também foram maiores em leguminosas quando comparados aos das gramíneas. GOMIDE e COSTA (1984) e GOMIDE et al. (1984c) detectaram, ainda, teores de Ca que variaram entre 0,76 e 0,95 dag/kg de MS para capim-jaraguá e entre 0,32 e 0,44 dag/kg para capim-colonião. Os valores encontrados no presente estudo, no primeiro corte, foram intermediários aos teores acima citados. De qualquer maneira é importante considerar que os teores de Ca estão acima do nível crítico de 0,40 dag/kg relatado por GOMIDE et al. (1984c).

MARSCHNER (1995) e NOVAIS e SMYTH (1999) explicam que as gramíneas apresentam baixa capacidade de troca de cátions na raiz (CTC de raiz), e os solos, principalmente os mais argilosos, adsorvem mais fortemente no seu colóide cátions com valência maior ($Al^{+3} > Ca^{+2} > K^{+}$). Portanto, as gramíneas seriam mais eficientes na remoção de cátions monovalentes (K^{+}) do solo, por competição por sítios de ligação, que poderiam interferir negativamente na absorção de Ca e Mg, caracterizando o antagonismo entre os nutrientes.

Os baixos teores de K verificados em todas as forrageiras evidenciam que provavelmente não houve antagonismo com o Ca. Portanto, se houve pouco K disponível no solo para a planta, diminuiu-se a competição por sítios de ligação e, com isso, as plantas absorveram Ca mais satisfatoriamente.

Os teores de Ca do capim-gordura existente na pastagem foram similares ($P > 0,05$) quando se compararam os tratamentos nos quais se introduziram capim-braquiária e capim-jaraguá adubados com doses crescentes de N com os tratamentos em que essas gramíneas foram associadas ao estilosantes (Quadro 12).

Os teores de Mg na parte aérea do capim-braquiária adubado com 0, 50 e 100 kg/ha foram estatisticamente superiores ($P < 0,05$) aos dos consórcios (Quadro 12). Todos os tratamentos com capim-jaraguá em função de N foram estatisticamente iguais ($P > 0,05$) aos dois consórcios. No capim-braquiária adubado com 150 kg/ha, o teor de Mg foi similar ($P > 0,05$) ao do consórcio capim-braquiária e estilosantes, mas superior ($P < 0,05$) ao do capim-jaraguá associado à leguminosa. O estilosantes apresentou teor de Mg de 0,16 dag/kg de MS, tanto no consórcio com capim-braquiária quanto com capim-jaraguá. Este valor foi mais baixo em

relação àqueles encontrados para as gramíneas em todos os tratamentos. Pode-se atribuir à leguminosa os baixos valores ponderados encontrados nos consórcios, levando a uma notória superioridade do capim-braquiária nos tratamentos em função das doses de N.

Os teores de Mg do capim-gordura da pastagem foram mais elevados ($P < 0,05$) apenas nas parcelas com capim-braquiária e capim-jaraguá na dose de 100 kg/ha de N, quando comparados aos teores do capim-gordura existente nas parcelas em que se introduziram as gramíneas e a leguminosa em consórcio (Quadro 12).

Na avaliação dos teores de Ca para cada dose de N, não se detectou diferença ($P > 0,05$) entre os valores das duas gramíneas introduzidas (Quadro 13). Também, os teores de Ca do capim-gordura existente na área experimental não foram influenciados ($P > 0,05$) pela introdução de capim-braquiária ou capim-jaraguá, considerando a mesma dose de N aplicado. Estes resultados indicam a adequada absorção de Ca pelas gramíneas, mesmo em solos ácidos e de baixa fertilidade. RAIJ (1991) relata que a deficiência de Ca é rara, exceto em culturas altamente exigentes como a do tomate, por exemplo, e que a correção do solo por meio de calcário, em geral, é suficiente para disponibilizar quantidades suficientes desse nutriente às plantas.

Quadro 13 - Teor de cálcio (dag/kg) e magnésio (dag/kg) de forrageiras introduzidas, e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no primeiro corte

N (kg/ha)	Ca				Mg			
	Forrageiras Introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras Introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	0,586 a	0,500 a	0,497 a	0,430 a	0,272 a	0,179 b	0,180 a	0,141 a
50	0,537 a	0,484 a	0,457 a	0,454 a	0,285 a	0,168 b	0,198 a	0,162 a
100	0,518 a	0,430 a	0,490 a	0,441 a	0,289 a	0,181 b	0,246 a	0,176 b
150	0,499 a	0,442 a	0,457 a	0,376 a	0,254 a	0,202 a	0,202 a	0,167 a
Média	0,535	0,464	0,475	0,425	0,275	0,182	0,206	0,161

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

Verifica-se ainda (Quadro 13) que até 100 kg/ha de N houve superioridade (P<0,05) do capim-braquiária sobre o capim-jaraguá quanto aos teores de Mg. Apesar da vantagem contundente ao capim-braquiária, não há uma explicação satisfatória para tal comparação, porque a concentração de Mg em forrageiras varia grandemente e, também, ambas as gramíneas atingiram teores suficientes do nutriente para sua nutrição. Segundo GALLO et al. (1974), em 149 amostras de nove espécies de gramíneas forrageiras tropicais, a variação no teor de Mg foi de 0,13 a 0,46 dag/kg de MS, com média de 0,24 dag/kg.

De acordo com MARSCHNER (1995), a exigência de Mg para a boa nutrição de plantas está na faixa de 0,15 a 0,35 dag/kg na MS. GOMIDE et al. (1984c), estudando a composição mineral de gramíneas e leguminosas, relataram variações nos teores de Mg da ordem de 0,17 a 0,20 dag/kg de MS para capim-jaraguá, 0,14 a 0,19 dag/kg para capim-colonião e 0,14 a 0,19 dag/kg para galáctia. Esses resultados, assim como os de CARO-COSTA et al. (1960), estão em consonância com os do presente trabalho. Portanto, com base nos Quadros 12 e 13, verifica-se que os valores encontrados estão enquadrados nos níveis de suficiência e, provavelmente, não houve interferência de outro nutriente para a absorção de Mg pela planta.

Assim como nos resultados encontrados para os teores de Ca do capim-gordura, a mesma tendência foi observada para os teores de Mg dessa gramínea naturalizada. Porém, o teor de Mg do capim-gordura na parcela de capim-braquiária foi superior ($P < 0,05$) em relação ao do capim-gordura presente na parcela de capim-jaraguá, quando ambos foram adubados com 100 kg/ha de N (Quadro 13).

4.2. Segundo corte

4.2.1. Produção de matéria seca

Nas condições de solo e clima do presente experimento, o rendimento forrageiro do capim-braquiária, no segundo corte (dezembro de 1999), aumentou de forma quadrática ($P < 0,01$), em resposta à aplicação de N, com produção máxima estimada de 2.759 kg/ha de MS, para a dose de 101 kg/ha de N.

As condições climáticas podem afetar a taxa de acumulação de N em solos de pastagem. Segundo CARVALHO (1986), em áreas de precipitação pluvial irregular, as acumulações de N no solo não são constantes, mas refletem o efeito líquido de ganhos e perdas ao longo do tempo.

No local em que se introduziu o capim-braquiária, não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) das doses de N sobre as produções de MS das demais plantas existentes nos tratamentos. Esse fato indica a ausência de possível competição dessas outras plantas com o capim-braquiária, que poderia ter influenciado o seu menor rendimento forrageiro na dose de 150 kg/ha de N. Para melhor visualização, a distribuição da produção de MS do capim-braquiária, em função das doses de N aplicadas, está representada na Figura 5.

A não-relação da produção de MS do capim-sapé com as doses de N aplicadas, constatada no primeiro corte, confirma-se no segundo corte. Esta planta invasora realmente não é suficientemente especializada para aproveitar grandes quantidades de nutrientes disponíveis e transformá-los em biomassa, principalmente quando em competição com forrageiras responsivas. Seu

crescimento é reduzido em razão de seu baixo potencial de resposta à fertilização (BOGDAN, 1977; CRUZ FILHO et al., 1986).

O capim-braquiária após o estabelecimento na área controlou as plantas indesejáveis por meio de sua melhor cobertura do solo e ocupação dos espaços sem vegetação, antes ocupadas por plantas invasoras. Nesse contexto, CARVALHO e CRUZ FILHO (2000) constataram correlação positiva entre densidade de plantas e competição com invasoras, correlação que aumentou quando o fertilizante nitrogenado foi aplicado na pastagem.

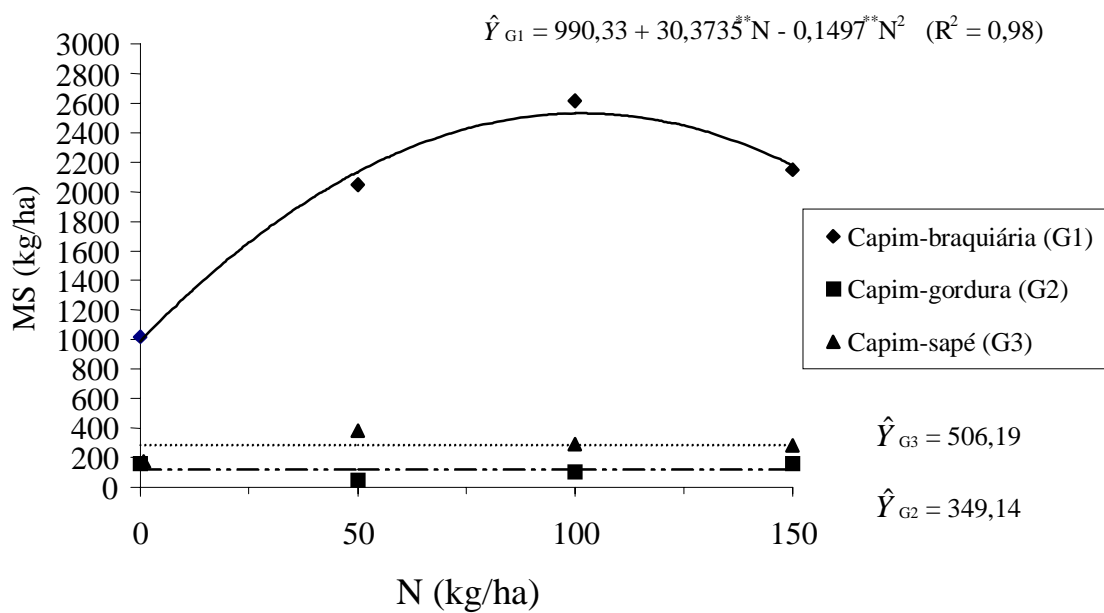


Figura 5 - Produção de matéria seca do capim-braquiária, capim-gordura e capim-sapé, em função das doses de nitrogênio, no segundo corte.

Nesse segundo corte, a máxima produção de MS estimada do capim-braquiária (2.759 kg/ha) foi bem inferior à maior produção constatada no primeiro corte (4.604 kg/ha). De modo geral, as produções de MS no segundo corte, em todos os tratamentos, foram inferiores às do primeiro corte.

Tal situação evidencia o baixo efeito residual da adubação nitrogenada, uma vez que essa foi efetuada apenas antes do primeiro corte. O último parcelamento de N foi aplicado em meados de abril, na forma de uréia. Portanto, é razoável admitir que perdas por volatilização no período seco e por lixiviação sob intenso regime pluvial devem ter ocorrido. Isso, conseqüentemente, contribuiu para reduzir a produção forrageira no segundo corte. Acresce-se, ainda, que as condições climáticas adversas (baixa precipitação pluvial e temperaturas muito baixas) nos meses de setembro, outubro e início de novembro de 1999 (Quadro 2) contribuíram para a redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, prejudicando sua rebrotação e influenciando, diretamente, a produção de MS.

Além disso, o próprio N mobilizado e exportado pela biomassa produzida no primeiro corte pode explicar as menores produções da rebrotação. Também, a deficiência de K detectada visualmente na parte aérea das plantas pode ter contribuído para menor absorção de N. Esse fato foi verificado por CARVALHO e CRUZ FILHO (2000), em capim-braquiária, que atribuíram à deficiência de K limitando a resposta da gramínea ao N aplicado.

O capim-jaraguá atingiu produções modestas em todos os tratamentos, conseqüência do seu mau estabelecimento na área desde a implantação do experimento. Isso indica que essa gramínea não apresentou boa adaptação às condições de solo e clima onde o experimento foi conduzido, o que explica o efeito não-significativo ($P > 0,05$) das doses de N sobre as produções de MS ($\hat{Y} = \bar{Y} = 782,73$ kg/ha).

Na avaliação dos efeitos das doses de N aplicadas e da consorciação, para as forrageiras introduzidas (Quadro 14), verifica-se que, na associação capim-braquiária e estilosantes, a produção de MS foi igual ($P > 0,05$) à das doses

de 50, 100 e 150 kg/ha de N adicionadas ao capim-braquiária. Também foi igual ($P>0,05$) à produção da dose de 150 kg/ha aplicada ao capim-jaraguá. Na consorciação capim-braquiária e estilosantes, a produção total foi de 2.150 kg/ha de MS, sendo que a gramínea teve participação de 997 kg/ha (46%) e o estilosantes, de 1.152 kg/ha (54%). Para o capim-jaraguá e estilosantes, o consórcio produziu 1.223 kg/ha, sendo 196 kg/ha (16%) para a gramínea e 1.027 kg/ha (84%) para a leguminosa. Estes resultados poderão ser diferentes em uma pastagem onde são esperados maiores aumento da liteira e acúmulo de N mineralizado no solo, pois em regime de cortes, como adotado no presente trabalho, retira-se todo o material vegetal da área experimental, não havendo efeito de pisoteio, que ocasiona quebramento das plantas e retorno de parte desse resíduo vegetal ao solo. No caso de efetiva transferência de N da leguminosa para a gramínea, as respostas na produção de MS deverão ser ainda maiores.

Verifica-se que o rendimento forrageiro da leguminosa nesse corte reduziu bastante em relação ao corte anterior, o que também foi constatado por GOMIDE et al. (1984b).

Quadro 14 - Produção de matéria seca (kg/ha) de forrageiras introduzidas e em consorciação, do capim-gordura, capim-sapé, de outras plantas daninhas e outras forrageiras, nos diferentes tratamentos, no segundo corte

Tratamentos ¹	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Capim-sapé	Outras Daninhas	Outras forrageiras
B+0	1.019 b A	160 a A	175 b A	125 a A	0 a A
B+50	2.048 a A	50 a B	382 a A	160 a A	126 a A
B+100	2.617 a B	104 a A	292 a A	169 a A	0 a A
B+150	2.149 a A	160 a A	283 a A	142 a A	36 a A
J+0	522 b A	267 a A	388 a A	61 a A	205 a A
J+50	750 b A	486 b A	349 a A	108 a A	211 a A
J+100	715 b A	327 a A	786 a A	54 a A	465 a A
J+150	1.142 a A	315 a A	500 a A	178 a A	278 a A
B+E	2.150 a	168 a	637 a	123 a	0 a
J+E	1.223 A	363 A	382 A	161 A	0 A
	*	ns	ns	ns	-
Média	1.433	240	417	128	162
CV (%)	29,66	51,85	44,75	70,14	139,07

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100 e 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

A produção de MS do capim-jaraguá e estilosantes foi inferior ($P < 0,05$) apenas à do capim-braquiária adubado com 100 kg/ha de N, não diferindo ($P > 0,05$) dos demais tratamentos, para as forrageiras introduzidas (Quadro 14). Não se constatou um fator claro que explicasse a maior produção de MS do capim-braquiária na dose de 100 kg/ha de N, visto que as plantas daninhas tiveram participação homogênea em todas as parcelas, nesse segundo corte. No entanto, pode ter ocorrido maior efeito residual do N nesse tratamento.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) quando se compararam capim-braquiária e capim-jaraguá associados ao estilosantes, dentro de forrageiras introduzidas. A superioridade do consórcio com capim-braquiária deve-se à maior densidade de plantas em relação ao consórcio com capim-jaraguá, já que o estilosantes produziu 1.152 kg/ha de MS e 1.027 kg/ha, quando associado ao capim-braquiária e capim-jaraguá, respectivamente (Quadro 14).

Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos encontrados por SILVA (1983) e BODDEY et al. (1993). GOMIDE et al. (1984b), no segundo ano de ensaio, verificaram que os consórcios capim-jaraguá e centrosema e capim-jaraguá e soja perene foram superiores ($P < 0,05$) apenas ao tratamento da gramínea pura sem adubação nitrogenada (testemunha).

Na comparação das duas espécies de gramíneas introduzidas, dentro de cada dose de N aplicada, foi verificada a superioridade ($P < 0,05$) do capim-braquiária em relação ao capim-jaraguá, em todos os tratamentos, evidenciando seu melhor potencial de resposta (Quadro 15). Para o capim-jaraguá, as baixas respostas às doses de N aplicado em um solo de baixa fertilidade eram esperadas nesse segundo corte, conforme argumento já referido na discussão dos dados do primeiro corte.

Resultados semelhantes foram encontrados por GOMIDE et al. (1984b), avaliando capim-colônia e capim-jaraguá, e BOTREL et al. (1994), analisando diversas espécies forrageiras em região do Campo das Vertentes de Minas Gerais.

BOTREL e XAVIER (2000) avaliaram dezessete forrageiras em área de relevo acidentado, no período chuvoso, e verificaram que a maior produção de

MS (2.330 kg/ha.30 dias) e a melhor cobertura do solo (98%) foram proporcionadas pelo capim-braquiária. Em contrapartida, o capim-jaraguá teve a pior performance, produzindo apenas 530 kg/ha.30 dias de MS e cobrindo apenas 35% do solo.

Quadro 15 - Produção de matéria seca (kg/ha) de forrageiras introduzidas, do capim-gordura, capim-sapé, de outras plantas daninhas e outras forrageiras, nas diferentes doses de nitrogênio (kg/ha), no segundo corte

N	Forrageiras introduzidas ¹		capim-gordura		Capim-sapé		Outras daninhas		Outras forrageiras	
	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J
0	1.019 a	522 a	160 a	267 a	175 a	388 a	125 a	61 a	0 a	205 a
50	2.048 a	750 b	50 b	486 a	382 a	349 a	160 a	108 a	126 a	211 a
100	2.617 a	715 b	104 b	327 a	292 b	786 a	169 a	54 a	0 a	465 a
150	2.149 a	1.142b	160 a	315 a	283 a	500 a	142 a	178 a	336 a	278 a
Médi	1.958	782	118	348	283	505	149	100	115	289

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

4.2.2. Proteína bruta

Não foram detectados efeitos significativos (P>0,05) das doses de N sobre os teores de PB na parte aérea do capim-braquiária no segundo corte (Figura 6). Possivelmente, o potencial máximo de concentração de N na parte aérea esteja próximo dos valores encontrados para a forrageira, nas condições do ensaio. Ao mesmo tempo, mesmo em solos pobres, com baixos teores de matéria orgânica, a gramínea é suficientemente adaptada para maximizar o uso do N disponível, independentemente de sua forma (NO₃⁻ ou NH₄⁺) ou sua menor presença no solo. No entanto, deve-se salientar, que houve tendência de aumento no teor de PB em todos os tratamentos, à medida que se elevaram as doses de N.

Foi constatada diferença de 0,93 dag/kg de PB na MS do tratamento testemunha (0 kg/ha de N) para o tratamento em que se aplicaram 150 kg/ha de N.

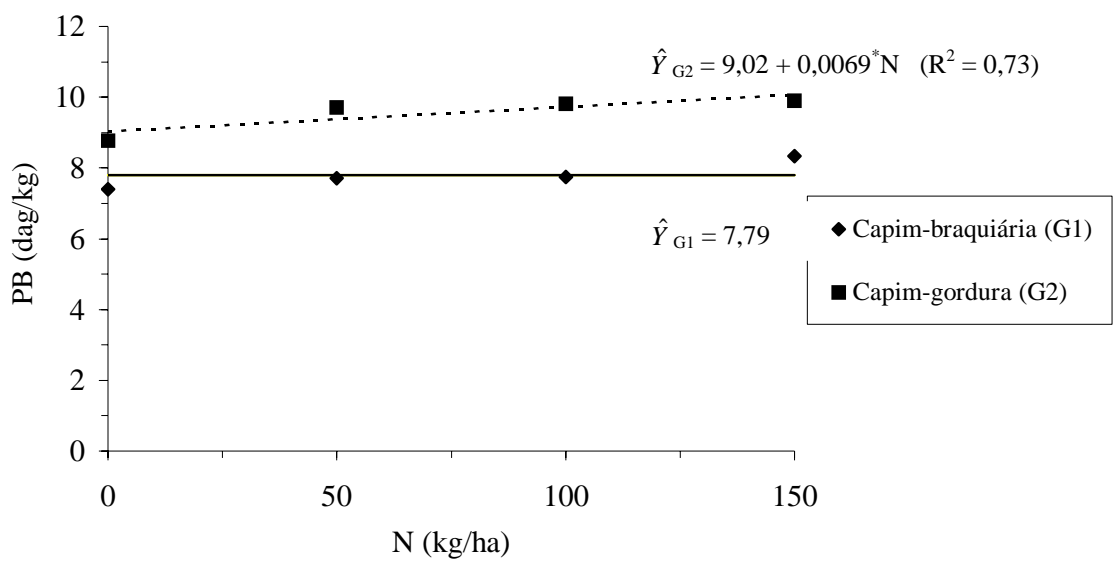


Figura 6 - Teor de proteína bruta da parte aérea do capim-braquiária e do capim-gordura, em função das doses de nitrogênio, no segundo corte.

Alguns resultados encontrados na literatura sugerem que o capim-braquiária não tem potencial efetivamente alto para concentrar grandes teores de N na parte aérea. KABEYA (2000), estudando composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais, encontrou, no mês de dezembro, valor de PB da ordem de 7,45 dag/kg de MS para o capim-braquiária. O capim-andropógon, também adaptado a solos de baixa fertilidade, atingiu valor expressivamente superior (11,19 dag/kg). ZIMMER et al. (1995), em estudo de capim-braquiária sob pastejo, encontraram 6,8 dag/kg de MS no período chuvoso. A média dos teores de PB para capim-braquiária no presente trabalho foi de 7,79 dag/kg de MS, não muito superior aos valores encontrados na literatura.

Os teores de PB do capim-jaraguá aumentaram linearmente ($P < 0,01$) com a adubação nitrogenada (Figura 7), o que está de acordo com os relatos de SILVA (1983), GOMIDE et al. (1984a) e GOMIDE et al. (1984b).

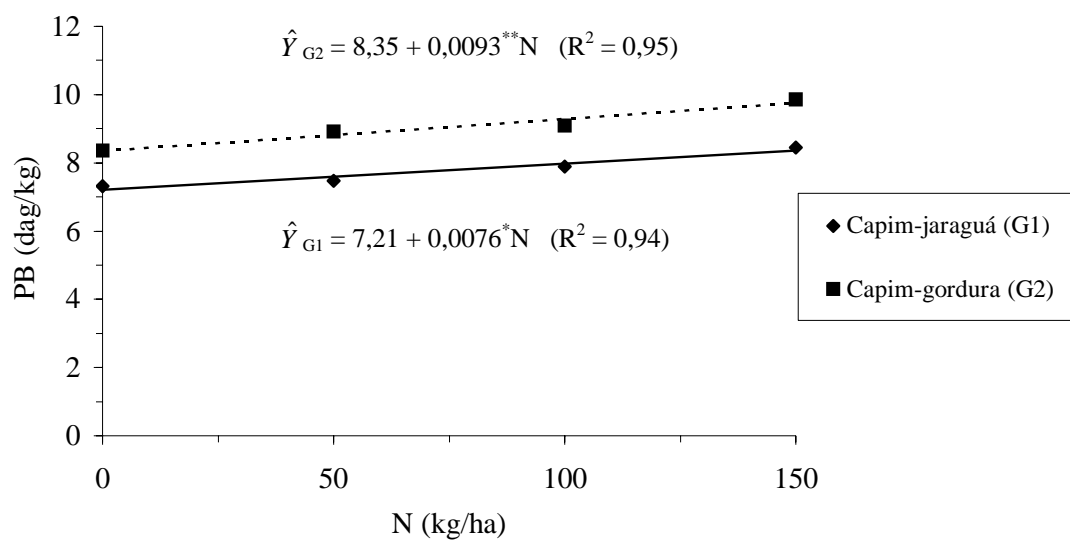


Figura 7 - Teor de proteína bruta da parte aérea do capim-jaraguá e do capim-gordura, em função das doses de nitrogênio, no segundo corte.

Além de apresentarem o mesmo comportamento do primeiro corte, os valores de PB foram substancialmente mais altos, evidenciados pelas melhores condições edafoclimáticas às quais a gramínea foi submetida. Dessa forma, condições propícias verificadas em dezembro, com o início das chuvas, incrementaram o crescimento vegetativo do capim-jaraguá, que concentrou N na sua parte aérea, de acordo com a magnitude de absorção do nutriente disponível no solo, conforme relataram CANTARUTTI e BODDEY (1997) em trabalho com *Brachiaria humidicola* consorciada com leguminosa.

O capim-gordura existente na pastagem também aumentou sua concentração de N na parte aérea, em função das doses aplicadas, com valores superiores aos das duas gramíneas introduzidas (Figuras 6 e 7). Estudos de GOMIDE et al. (1980) evidenciaram teores de PB, P e digestibilidade da matéria orgânica mais elevados e de lignina e FDA menores no capim-gordura, quando comparados aos do capim-jaraguá.

No Quadro 16 são apresentados os teores de PB das forrageiras introduzidas em função de N e em suas consorciações.

Observa-se que os teores médios de PB do capim-braquiária e do capim-jaraguá associados ao estilosantes foram muito superiores ($P < 0,05$) aos das gramíneas adubadas com N, seguindo a mesma tendência do primeiro corte, porém com teores mais elevados. A superioridade dos consórcios é função do alto teor de PB da leguminosa, 15,91 dag/kg na MS, quando associada ao capim-braquiária, e 16,09 dag/kg, em associação ao capim-jaraguá.

Quadro 16 - Teor de proteína bruta (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no segundo corte

Tratamentos ¹	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	7,40 b B	8,77 a A
B+50	7,71 b B	9,71 a A
B+100	7,75 b B	9,82 a A
B+150	8,33 b B	9,89 a A
J+0	7,32 b B	8,35 a A
J+50	7,48 b B	8,91 a A
J+100	7,89 b B	9,09 a A
J+150	8,45 b B	9,85 a A
B+E	11,96 a	9,70 a
J+E	14,70 A	8,75 A
	**	ns
Média	8,90	9,28
CV (%)	6,26	6,99

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

ANDRADE (1982), avaliando a composição química de seis espécies de leguminosas forrageiras no período chuvoso, detectou para estilosantes teor de PB igual a 14,33 dag/kg. Para centrosema e siratro, os valores foram ainda mais altos, 18,59 e 17,59 dag/kg, respectivamente. Os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes e demonstram a importância da leguminosa para elevar o valor nutritivo do pasto.

Os teores médios de PB do capim-braquiária (7,42 dag/kg) e do capim-jaraguá (7,76 dag/kg) foram semelhantes nos dois consórcios. Porém, nos cálculos das médias ponderadas, a produção de MS do capim-braquiária foi superior à do capim-jaraguá, baixando a média do teor de PB no consórcio, evidenciando sua inferioridade ($P < 0,05$) quando comparado ao consórcio capim-jaraguá e estilosantes (Quadro 16).

De maneira geral, os teores de PB do capim-gordura existente nos tratamentos correspondentes às gramíneas puras, em função de N, foram similares ($P > 0,05$) àqueles do capim-gordura nos consórcios gramíneas e leguminosa (Quadro 16).

Os altos teores de PB verificados na MS, nesse segundo corte, para todas as forrageiras, realçam a importância da água nos processos fisiológicos da planta, e também como veículo para absorção de nutrientes do solo.

Ao comparar os teores de PB do capim-braquiária e capim-jaraguá, em forrageiras introduzidas (Quadro 17), não se constataram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as duas espécies, em todas as doses de N aplicadas. Pode-se ainda observar que os teores de PB do capim-gordura existente na pastagem não foram influenciados ($P > 0,05$) pela introdução de capim-braquiária ou capim-jaraguá adubados com diferentes doses de N.

Em estudos de GOMIDE e COSTA (1984), GOMIDE et al. (1984a), GOMIDE et al. (1984b) e BOTREL e XAVIER (2000), o capim-jaraguá apresentou teores de PB mais elevados que os encontrados nas gramíneas avaliadas no presente trabalho.

GOMIDE e COSTA (1984), em três anos de experimentação, encontraram, no período chuvoso, teores de PB iguais a 8,03; 8,09; 8,81; 9,71; e

10,09 dag/kg de MS, em capim-jaraguá adubado com 0, 20, 40, 60 e 80 kg/ha de N, respectivamente. GOMIDE et al. (1984a) avaliaram capim-jaraguá em resposta ao N aplicado, comparando a parcela testemunha (0 kg/ha) com outra adubada com 60 kg/ha de N. Obtiveram teores de PB da ordem de 9,6 e 12,9 dag/kg, respectivamente. O mesmo foi verificado por GOMIDE et al. (1984b), em um segundo ano de experimentação, quando foram aplicados 0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha de N em capim-jaraguá. Os resultados convertidos em PB foram, respectivamente, 8,25; 8,12; 9,12; 10,00; e 11,18 dag/kg. BOTREL e XAVIER (2000) encontraram 13,5 dag/kg, no período chuvoso, em áreas de relevo acidentado da Zona da Mata Mineira.

Quadro 17 - Teor de proteína bruta (dag/kg) de forrageiras introduzidas e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no segundo corte

N (kg/ha)	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J
0	7,40 a	7,32 a	8,77 a	8,35 a
50	7,71 a	7,48 a	9,71 a	8,91 a
100	7,75 a	7,89 a	9,82 a	9,09 a
150	8,33 a	8,45 a	9,89 a	9,85 a
Média	7,79	7,78	9,54	9,05

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

O nível crítico de PB de 7 dag/kg de MS, sugerido por MILFORD e MINSON (1966) como não-limitante do consumo voluntário de bovinos em pastejo, foi superado por todas as forrageiras, em todos os tratamentos. Então, pode-se inferir, por meio das testemunhas (valores superiores a 7 dag/kg de MS), que o N aplicado no solo pode não ser o responsável por esse resultado, mas sim

as condições climáticas, principalmente a boa precipitação pluvial verificada no mês de dezembro (Quadro 2).

4.2.3. Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido

As doses de N não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) os teores de FDN e FDA do capim-braquiária ($\hat{Y} = \bar{Y} = 67,67\%$ e $\hat{Y} = \bar{Y} = 34,35\%$, respectivamente) e do capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 68,80\%$ e $\hat{Y} = \bar{Y} = 38,63\%$, respectivamente). Por outro lado, no capim-gordura, a aplicação de doses crescentes de N aumentou linearmente ($P < 0,05$) os teores de FDN da gramínea nos tratamentos capim-braquiária, em função de N, ajustando-se a seguinte equação:

$$\hat{Y} = 64,90 + 0,01596 * N \quad (R^2 = 0,63)$$

No que se refere aos teores de FDA do capim-gordura existente nas parcelas com capim-braquiária adubado com N, observou-se resposta quadrática ($P < 0,05$) da gramínea naturalizada, ajustando-se a equação apresentada a seguir:

$$\hat{Y} = 31,90 + 0,0486 * N - 0,00026 * N^2 \quad (R^2 = 0,99)$$

Na comparação das gramíneas introduzidas nas diferentes doses de N, em comparação com as consorciações, verifica-se que o capim-jaraguá atingiu teores de FDA mais próximos daqueles encontrados para o capim-braquiária (Quadro 18), o que não ocorreu no primeiro corte (Quadro 8), com os teores de FDA do capim-jaraguá muito mais altos que os do capim-braquiária. Possivelmente, menores teores de FDA no segundo corte se devem à idade menos avançada das plantas na data do segundo corte.

Ao comparar os teores de FDN das gramíneas introduzidas com os respectivos consórcios com estilósantes (Quadro 18), observam-se teores mais baixos ($P < 0,05$) nas associações gramíneas e leguminosa, seguindo o mesmo comportamento do corte realizado no mês de agosto. De forma geral, o consórcio capim-braquiária e estilósantes apresentou 8,72 unidades percentuais de constituintes da parede celular a menos que a média dos quatro tratamentos com a gramínea, em função de N. Também apresentou 9,85 unidades percentuais a

menos que a média dos tratamentos com capim-jaraguá adubado com N. Já o consórcio capim-jaraguá e estilosantes apresentou 10,42 e 11,55 unidades percentuais a menos de constituintes da parede celular que as médias dos tratamentos com capim-braquiária e capim-jaraguá, em função de N, respectivamente. As grandes diferenças observadas entre os tratamentos comparados podem ser atribuídas à participação do estilosantes na produção de MS nos consórcios, pois, para o consórcio com capim-braquiária, o teor de FDN da leguminosa foi de 51% e para a gramínea, de 68%. No consórcio com capim-jaraguá, os teores de FDN foram de 55 e 69% para estilosantes e gramínea, respectivamente.

WENDLING (1997) encontrou, em pastagens formadas de capim-braquiária, teor de FDN igual a 65,40%. KABEYA (2000) observou valor semelhante (66,29%) para capim-braquiária em avaliação realizada no mês de dezembro. Porém, o capim-andropógon apresentou teor bastante alto (72,68%) nesse mesmo mês. Os valores encontrados na forragem colhida nesse corte estão coerentes, quando relacionados aos dados referentes ao primeiro corte. Primeiramente, a idade menos avançada das plantas no segundo corte, em consequência da metodologia usada para definir as datas de avaliação, propiciou maior participação de folhas nas forrageiras, na rebrotação. Após, as melhores condições climáticas favoreceram maior produção de carboidratos solúveis e menor produção de carboidratos estruturais.

Os teores de FDN na forragem dos consórcios capim-braquiária e estilosantes (58,90%) e capim-jaraguá e estilosantes (57,20%) estão na faixa de 55 a 60%, considerada crítica por VAN SOEST (1965), segundo o qual o consumo voluntário do animal não deverá ser afetado. Porém, no caso das gramíneas avaliadas, sem a presença da leguminosa, os teores de FDN apresentaram-se acima do nível crítico máximo (60%). Assim, pelos teores de FDN, na avaliação do primeiro (agosto) e segundo (dezembro) cortes, as gramíneas estudadas podem apresentar problemas quanto à sua aceitabilidade pelos ruminantes. No entanto, é importante ressaltar que, em um sistema de pastejo, o consumo seletivo dos animais certamente permitirá a ingestão de

forragem de melhor valor nutritivo, o que também será influenciado pelo manejo da pastagem e pelas condições edafoclimáticas.

Quadro 18 - Teor de fibra em detergente neutro (%) e fibra em detergente ácido (%) de forrageiras introduzidas e em consorciação, e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no segundo corte

Tratamentos ¹	FDN		FDA	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	66,0 b B	64,3 a A	33,0 a A	31,9 b B
B+50	68,1 b B	66,1 a A	34,6 a A	33,6 a A
B+100	67,9 b B	67,3 a A	34,5 a A	34,1 a A
B+150	68,5 b B	66,5 a A	35,0 a A	33,1 a A
J+0	68,8 b B	67,7 a A	38,2 b B	34,3 a A
J+50	68,1 b B	67,2 a A	38,4 b B	33,7 a A
J+100	69,9 b B	68,8 a A	39,7 b B	35,6 a A
J+150	68,2 b B	68,6 a A	38,1 b B	34,6 a A
B+E	58,9 a	66,7 a	34,1 a	34,2 a
J+E	57,2 A	67,1 A	34,7 A	34,6 A
	ns	ns	ns	ns
Média	66,2	67,0	36,0	34,0
CV (%)	2,30	2,16	3,05	2,71

¹B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

²Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

Retomando o Quadro 18, para as forrageiras introduzidas, os tratamentos relativos aos consórcios, capim-braquiária e capim-jaraguá associados ao estilosantes, apresentaram teores de FDA estatisticamente iguais ($P>0,05$) aos dos tratamentos com capim-braquiária adubado com N, mas foram inferiores ($P<0,05$) aos do capim-jaraguá, em função de N. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) quando os dois consórcios foram comparados entre si. Os teores de FDA obtidos para o estilosantes nos consórcios foram iguais (34%). Os teores de FDA no capim-jaraguá foram mais altos que no capim-braquiária pela característica própria da gramínea em acumular lignocelulose na parede celular (crescimento cespitoso).

Dos resultados obtidos no segundo corte, concluiu-se, da mesma forma que no primeiro corte, que os teores de FDA não foram diretamente influenciados pelo N, seja na forma de adubo químico ou fixado por microrganismos, mas sim pela morfofisiologia das espécies estudadas. Os teores de lignocelulose (FDA) na parede celular foram maiores no capim-jaraguá, intermediários no capim-braquiária e mais baixos no estilosantes, quando avaliados em dezembro (segundo corte).

De maneira geral, os teores de FDN e FDA do capim-gordura existente nos tratamentos, correspondentes ao capim-braquiária e capim-jaraguá “solteiros” (sem leguminosas), foram similares ($P>0,05$) àqueles do capim-gordura nos tratamentos com essas mesmas gramíneas introduzidas em consórcio com estilosantes (Quadro 18).

Na comparação entre as gramíneas introduzidas, o teor de FDN do capim-braquiária foi inferior ($P<0,05$) ao do capim-jaraguá apenas no tratamento testemunha (0 kg/ha de N), para as forrageiras introduzidas, conforme Quadro 19. Isso pode estar relacionado com o menor crescimento constatado no capim-braquiária, devido à deficiência de N, que, associada ao seu hábito de crescimento decumbente, ocasionou menores concentrações de constituintes da parede celular na planta. Em contrapartida, o capim-jaraguá, que forma touceiras, produziu maiores teores de carboidratos estruturais, mesmo havendo pouco crescimento, já que os constituintes da parede celular da planta são responsáveis pela posição ereta da touceiras em relação ao solo.

Quadro 19 - Teor de fibra em detergente neutro (%) e fibra em detergente ácido (%) de forrageiras introduzidas e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no segundo corte

N (kg/ha)	FDN				FDA			
	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	66,0 b	68,8 a	64,3 b	67,7 a	33,0 b	38,2 a	31,9 b	34,3 a
50	68,1 a	68,1 a	66,1 a	67,2 a	34,6 b	38,4 a	33,6 a	33,7 a
100	67,9 a	69,9 a	67,3 a	68,8 a	34,5 b	39,7 a	34,1 a	35,6 a
150	68,5 a	68,2 a	66,5 a	68,6 a	35,0 b	38,1 a	33,1 a	34,6 a
Média	67,6	68,7	66,0	68,0	34,2	38,6	33,1	34,5

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

Também no Quadro 19, pode ser verificada a superioridade do capim-jaraguá em relação ao capim-braquiária, quanto aos teores de FDA em todas as doses de N aplicadas. Os resultados foram significativos (P<0,05) e demonstraram, assim como no primeiro corte, menor concentração de lignina e celulose na parte aérea do capim-braquiária, espécie de hábito de crescimento decumbente. Pode-se ainda observar que os teores de FDN e FDA do capim-gordura existente na pastagem foram diferentes (P<0,05) apenas quando não se aplicou adubo nitrogenado nas parcelas com capim-braquiária e capim-jaraguá.

4.2.4. Composição mineral

4.2.4.1. Fósforo e potássio

Os teores de P variaram inversamente com as doses de N para as duas gramíneas, com valores médios de 0,20 a 0,15 dag/kg para capim-braquiária ($P < 0,01$) e de 0,16 a 0,13 dag/kg para capim-jaraguá ($P < 0,05$), segundo as equações:

$$\hat{Y} = 0,1954 - 0,00032**N \quad (R^2 = 0,88) \quad (\text{Capim-braquiária})$$

$$\hat{Y} = 0,1635 - 0,00022*N \quad (R^2 = 0,95) \quad (\text{Capim-jaraguá})$$

Os decréscimos nos teores de P com a elevação das doses de N são atribuídos ao processo natural de diluição, resultante do aumento de produção de MS, sem proporcional incremento na concentração do nutriente na planta.

Assim como os teores de P referentes à produção da forragem no primeiro corte, os resultados nesse segundo corte estão de acordo com os da literatura, que relata correlação negativa dos teores de P com doses de N aplicado a gramíneas tropicais, quando há incremento na produção de MS (GOMIDE e COSTA, 1984; FONSECA et al., 1992; e PACIULLO, 1997).

Para os teores de K na MS da parte aérea do capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,990$ dag/kg), não se constataram efeitos significativos ($P > 0,05$) com a aplicação de N. O capim-jaraguá não-adubado com N apresentou 1,04 dag de K/kg de MS e os tratamentos com capim-jaraguá adubados com 50, 100 e 150 kg/ha de N, valor médio igual a 0,97 dag de K/kg de MS. Já para o capim-braquiária, os teores de K variaram inversamente ($P < 0,01$) com as doses de N, tendo os dados se ajustado à equação:

$$\hat{Y} = 1,7804 - 0,00375**N \quad (R^2 = 0,91)$$

Os teores de K registrados no presente trabalho, nesse segundo corte, diferem dos resultados observados por GOMIDE e COSTA (1984), que, em

estudo realizado com capim-colonião e capim-jaraguá submetidos a doses crescentes de N, detectaram influência positiva do N nos teores de K das gramíneas.

No Quadro 20, ao comparar as espécies capim-braquiária e capim-jaraguá, em função de N com suas respectivas consorciações, em forrageiras introduzidas, nota-se que somente os teores de P dos tratamentos capim-jaraguá adubado com 100 e 150 kg/ha foram inferiores estatisticamente ($P < 0,05$) ao do tratamento capim-braquiária e estilosantes. Já no consórcio capim-jaraguá e estilosantes, os teores de P foram estatisticamente iguais ($P > 0,05$) aos dos oito tratamentos com gramínea, em função de N.

Estudo realizado por GOMIDE et al. (1984c) com duas gramíneas e quatro leguminosas demonstrou a baixa eficiência de aquisição de P pelas leguminosas, verificada pela concentração do nutriente na parte aérea da planta. Em avaliação de nove leguminosas forrageiras no cerrado (ANDRADE, 1982), o estilosantes apresentou 0,09 dag/kg de MS, no período chuvoso (dezembro). Todas as outras forrageiras apresentaram teores mais elevados, inclusive *S. humilis*, com valor discretamente maior (0,10 dag/kg).

Quanto aos teores de K (Quadro 20), o consórcio capim-braquiária e estilosantes apresentou valor superior ($P < 0,05$) aos dos tratamentos nos quais foi introduzido o capim-jaraguá, com doses crescentes de N, mas não houve diferença ($P > 0,05$), quando o consórcio foi comparado aos tratamentos com capim-braquiária. O consórcio capim-jaraguá e estilosantes foi inferior ($P < 0,05$) aos tratamentos capim-braquiária, em função das doses 0 e 50 kg/ha de N, e igual ($P > 0,05$) aos demais.

Houve superioridade ($P < 0,01$) dos teores de K no consórcio capim-braquiária e estilosantes em relação à associação capim-jaraguá e a leguminosa (Quadro 20). Isso era esperado, já que houve maior produção de MS e maiores teores de K para a leguminosa no consórcio com capim-braquiária. Também, o capim-braquiária atingiu o maior valor de K (1,87 dag/kg), e sua produção de MS (997 kg/ha) foi mais alta que a do capim-jaraguá (196 kg/ha).

Quadro 20 - Teor de fósforo (dag/kg) e potássio (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no segundo corte

Tratamentos ¹	P		K	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	0,202 a A	0,226 a A	1,819 a B	1,138 a A
B+50	0,168 a A	0,213 a A	1,587 a B	1,191 a A
B+100	0,162 a A	0,213 a A	1,298 a A	1,202 a A
B+150	0,150 a A	0,211 a A	1,289 a A	1,219 a A
J+0	0,166 a A	0,250 a A	1,046 b A	1,251 a A
J+50	0,148 a A	0,248 a A	0,991 b A	1,329 a A
J+100	0,142 b A	0,238 a A	0,944 b A	1,367 a A
J+150	0,131 b A	0,215 a A	0,981 b A	1,417 a A
B+E	0,179 a	0,222 a	1,551 a	1,344 a
J+E	0,168 A	0,240 A	1,147 A	1,336 A
	ns	ns	**	ns
Média	0,161	0,227	1,265	1,278
CV (%)	9,46	13,56	9,42	12,80

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100 e 150 kg/ha de nitrogênio.

² Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

De maneira geral, os teores de P e K do capim-gordura existente nos tratamentos correspondentes ao capim-braquiária e capim-jaraguá, em função de N, foram similares ($P>0,05$) àqueles do capim-gordura nos tratamentos com gramíneas introduzidas associadas à leguminosa (Quadro 20).

Comparando as duas gramíneas, dentro de cada dose de N (Quadro 21), pode-se verificar que o capim-braquiária concentrou teores mais elevados ($P<0,05$) de P na parte aérea da planta apenas no tratamento testemunha (0 kg/ha de N). Nas demais doses de N não se observaram diferenças ($P>0,05$) entre as duas espécies.

De acordo com MARSCHNER (1995), o P é um elemento de alta mobilidade nos tecidos vegetais e constituinte das moléculas dos ácidos nucléicos. Portanto, esperar-se-iam, nesse estudo, maiores teores para a estação chuvosa (dezembro), quando relacionada ao período seco (agosto) do ano. Isso realmente foi verificado, porém os teores encontrados nesse corte estão, na sua maioria, abaixo daqueles considerados como níveis críticos por FONSECA et al. (1992), que detectaram valores iguais a 0,19 e 0,24 dag/kg para capim-braquiária e capim-jaraguá, respectivamente.

Os baixos teores de P detectados na MS do capim-braquiária e do capim-jaraguá indicam que a aplicação de 90 kg/ha de P_2O_5 no início do experimento pode não ter sido suficiente para suprir a deficiência do nutriente em um solo argiloso e altamente pobre em nutrientes, notadamente o fósforo. De acordo com NOVAIS e SMYTH (1999), solos argilosos têm maior capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) que solos arenosos, o que os torna muito mais drenos que a fonte para tal nutriente. Isso leva a uma “competição” entre vegetal e solo pelo P aplicado na pastagem.

Quadro 21 - Teor de fósforo (dag/kg) e potássio (dag/kg) de forrageiras introduzidas, e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no segundo corte

N (kg/ha)	P				K			
	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	0,202 a	0,166 b	0,226 a	0,250 a	1,819 a	1,046 b	1,138 a	1,251 a
50	0,168 a	0,148 a	0,213 a	0,248 a	1,587 a	0,991 b	1,191 a	1,329 a
100	0,162 a	0,142 a	0,213 a	0,238 a	1,298 a	0,944 b	1,202 a	1,367 a
150	0,150 a	0,131 a	0,211 a	0,215 a	1,289 a	0,981 b	1,219 a	1,417 a
Média	0,170	0,146	0,215	0,237	1,498	0,990	1,187	1,341

¹B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

Com relação aos teores de K (Quadro 21), verifica-se que o capim-braquiária apresentou teores de K mais elevados (P<0,05) que o capim-jaraguá em todas as doses de N testadas. GOMIDE et al. (1984c) também encontraram teores mais altos de K em capim-colonião que em capim-jaraguá.

As médias dos teores de K da forragem colhida nesse segundo corte, apesar de mais elevadas que aquelas encontradas no primeiro corte (Quadro 14), ainda estiveram bem abaixo dos valores detectados por GOMIDE e COSTA (1984) e GOMIDE et al. (1984c).

O elemento K é caracterizado pela sua alta mobilidade nas plantas e, segundo MARSCHNER (1995), está intimamente acoplado a atividades metabólicas do vegetal, atuando na estabilização do pH e na osmorregulação, sendo requerido para ativação enzimática e nos processos de transporte através da membrana. Assim, para participar de tais funções, há necessidade de altas concentrações de K na planta. Em condições propícias ao crescimento vegetativo, era esperada maior exportação de K do solo, refletida em elevadas concentrações do nutriente na parte aérea das forrageiras.

Pode-se ainda observar no Quadro 21 que os teores de P e K do capim-gordura existente na pastagem foram similares ($P>0,05$), quando se aplicou a mesma dose de adubo nitrogenado no solo para as forrageiras capim-braquiária e capim-jaraguá.

4.2.4.2. Cálcio e magnésio

Não se constataram efeitos significativos ($P>0,05$) das doses de N sobre os teores de Ca no capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,611$ dag/kg). Na dose de 100 kg/ha de N, o capim-jaraguá apresentou 0,57 dag de Ca/kg de MS e nos tratamentos não-adubados (0 kg/ha de N) e com 50 e 150 kg/ha de N, 0,62 dag de Ca/kg de MS. Por outro lado, os teores de Ca no capim-braquiária variaram diretamente ($P<0,05$) com as doses de N, tendo os dados se ajustado à equação:

$$\hat{Y} = 0,4424 + 0,00087*N \quad (R^2 = 0,92)$$

Da mesma maneira, não se constatou significância ($P>0,05$) para as variações nos teores de Mg em relação às doses de N aplicadas no capim-jaraguá ($\hat{Y} = \bar{Y} = 0,204$ dag/kg). O tratamento capim-jaraguá adubado com 150 kg/ha de N apresentou 0,23 dag/kg de MS e os tratamentos capim-jaraguá não adubado (0 kg/ha de N) e adubado com 50 e 100 kg/ha de N, 0,19 dag/kg de MS. No entanto, os teores de Mg no capim-braquiária variaram diretamente ($P<0,05$) com as doses de N, tendo os dados se ajustado à equação:

$$\hat{Y} = 0,2677 + 0,00039*N \quad (R^2 = 0,67)$$

Estes resultados contrastam com os de GOMIDE e COSTA (1984), que estudaram capim-colonião e capim-jaraguá submetidos a diferentes doses de N.

De fato, como já discutido no primeiro corte, a concentração de Mg em forrageiras varia muito. Assim, considerando o nível crítico de 0,20 dag/kg de MS estabelecido por Woodson, citado por NEPTUNE (1986), conclui-se que, em geral, no período chuvoso (dezembro), apenas os tratamentos capim-jaraguá não-adubado e adubado com 50 kg/ha de N apresentaram teores de Mg abaixo do nível crítico (Quadro 22). Porém, MARSCHNER (1995) argumentou que as

exigências de Mg para a boa nutrição de plantas estão na faixa de 0,15 a 0,35 dag/kg na MS. Nesse sentido, pode-se assegurar que as forrageiras tiveram teores de Mg satisfatórios em todos os tratamentos.

Para as forrageiras introduzidas (Quadro 22), os teores de Ca nos tratamentos relativos aos consórcios capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes foram superiores ($P < 0,05$) aos teores nos tratamentos com capim-jaraguá e capim-braquiária, em função de N. Estes resultados eram esperados, como no primeiro corte, uma vez que a leguminosa é normalmente mais rica em Ca que a gramínea, e houve maior participação da mesma no rendimento forrageiro do consórcio. Foram encontrados teores de Ca da ordem de 1,51 e 1,50 dag/kg de MS para o estilosantes em consórcio com o capim-braquiária e capim-jaraguá, respectivamente. Dessa forma, quando os dois consórcios foram comparados, o teor de Ca do capim-jaraguá associado ao estilosantes foi mais elevado ($P < 0,01$) que o do capim-braquiária e estilosantes, em razão do teor de MS do estilosantes, associado ao fato de o capim-jaraguá ter sido maior.

GOMIDE e COSTA (1984) e GOMIDE et al. (1984c) detectaram teores de Ca que variaram entre 0,76 e 0,95 dag/kg de MS para capim-jaraguá e 0,32 e 0,44 dag/kg para capim-colonião. Os valores encontrados no presente trabalho, nesse segundo corte, assim como no primeiro, foram intermediários aos teores citados, mas estiveram acima do nível crítico de 0,40 dag/kg relatado por GOMIDE et al. (1984c).

Teores mais elevados de Ca eram esperados nesse corte, realizado no mês de dezembro, em relação ao primeiro, realizado em agosto. No entanto, os valores obtidos nos dois cortes, em geral, foram bastante similares (Quadros 12 e 22). Os resultados podem ser atribuídos às idades das forrageiras e às condições climáticas, nas épocas dos cortes. Na primeira avaliação, aproximadamente nove meses após a semeadura, a idade avançada foi fator para os altos teores de Ca encontrados nas forrageiras. Na segunda avaliação, aproximadamente três meses após a primeira, as plantas haviam se desenvolvido pouco, em função das condições adversas nos meses de setembro, outubro e novembro. Como o segundo corte foi realizado em meados de dezembro, houve pouco tempo para a concentração do nutriente na parte aérea das gramíneas, fisiologicamente imaturas.

Quadro 22 - Teor de cálcio (dag/kg) e magnésio (dag/kg) de forrageiras introduzidas e em consorciação e do capim-gordura, nos diferentes tratamentos, no segundo corte

Tratamentos ¹	Ca		Mg	
	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura	Forrageiras introduzidas ²	Capim-gordura
B+0	0,432 b B	0,568 a A	0,253 a A	0,250 a A
B+50	0,490 b B	0,523 a A	0,291 a A	0,290 b B
B+100	0,550 b B	0,585 a A	0,325 a B	0,278 a A
B+150	0,558 b B	0,538 a A	0,310 a A	0,249 a A
J+0	0,612 b B	0,508 a A	0,188 a A	0,197 a A
J+50	0,626 b B	0,566 a A	0,188 a A	0,198 a A
J+100	0,571 b B	0,481 a A	0,207 a A	0,201 a A
J+150	0,636 b B	0,529 a A	0,234 a A	0,214 a A
B+E	1,008 a	0,577 a	0,245 a	0,211 a
J+E	1,337 A	0,503 A	0,230 A	0,210 A
	**	ns	ns	ns
Média	0,682	0,538	0,248	0,230
CV (%)	11,76	8,35	13,71	13,56

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá, E=Estilosantes; 0, 50, 100, 150 kg/ha de nitrogênio.

² Braquiária, ou Jaraguá, ou Braquiária + Estilosantes, ou Jaraguá + Estilosantes.

Médias seguidas de letra minúscula diferente do consórcio B+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

Médias seguidas de letra maiúscula diferente do consórcio J+E, na mesma coluna, diferem pelo teste Dunnett (P<0,05).

(*) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,05).

(**) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, diferem pelo teste F (P<0,01).

(ns) - Médias dos consórcios, na mesma coluna, não diferem pelo teste F (P>0,05).

Nos consórcios capim-braquiária e estilosantes e capim-jaraguá e estilosantes (Quadro 22), os teores de Mg, em geral, foram iguais ($P>0,05$) aos tratamentos com as gramíneas adubadas com doses crescentes de N. Apenas no tratamento capim-braquiária adubado com 100 kg/ha de N, o teor de Mg foi superior ($P<0,05$) ao do consórcio capim-jaraguá e estilosantes. Isso pode ser atribuído ao alto teor de Mg encontrado para o capim-braquiária e ao modesto teor detectado em capim-jaraguá, na consorciação. Nessa última gramínea, o teor de Mg foi de 0,19 dag/kg de MS, o que reduziu a média ponderada do consórcio. Já no consórcio capim-braquiária e estilosantes, a gramínea atingiu teor de Mg da ordem de 0,24 dag/kg de MS, valor bem mais expressivo que aquele verificado no capim-jaraguá (0,19 dag/kg de MS) em consórcio com a leguminosa.

De maneira geral, os teores de Ca e Mg do capim-gordura já existente na pastagem foram similares ($P>0,05$), quando se compararam os tratamentos correspondentes ao capim-braquiária e capim-jaraguá, em função de N, com os tratamentos em que se introduziram as gramíneas em associação com o estilosantes (Quadro 22).

No Quadro 23, verifica-se que os teores de Ca foram estatisticamente diferentes ($P<0,05$) entre capim-braquiária e capim-jaraguá, apenas quando as gramíneas não receberam adubação nitrogenada. Possível efeito de diluição, associado à maturação fisiológica mais pronunciada, no capim-jaraguá, pode ter ocasionado a superioridade dessa forrageira no tratamento sem adubação nitrogenada. Já o capim-gordura existente na pastagem, na dose de 100 kg/ha de N, atingiu teor mais elevado de Ca ($P<0,05$), associado ao capim-braquiária em associação com capim-jaraguá.

Quadro 23 - Teor de cálcio (dag/kg) e magnésio (dag/kg) de forrageiras introduzidas e do capim-gordura, nas diferentes doses de nitrogênio, no segundo corte

N (kg/ha)	Ca				Mg			
	Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura		Forrageiras introduzidas ¹		Capim-gordura	
	B	J	B	J	B	J	B	J
0	0,432 b	0,612 a	0,568 a	0,508 a	0,253 a	0,188 b	0,250 a	0,197 a
50	0,490 a	0,626 a	0,523 a	0,566 a	0,291 a	0,188 b	0,290 a	0,198 b
100	0,550 a	0,571 a	0,585 a	0,481 b	0,325 a	0,207 b	0,278 a	0,201 b
150	0,558 a	0,636 a	0,538 a	0,529 a	0,310 a	0,234 b	0,249 a	0,214 a
Média	0,507	0,611	0,553	0,521	0,294	0,204	0,266	0,202

¹ B=Braquiária, J=Jaraguá.

Médias seguidas de letras diferentes para cada característica avaliada, na mesma linha, diferem pelo teste F (P<0,05).

Ainda no Quadro 23, constata-se também que o capim-braquiária foi superior (P<0,05) ao capim-jaraguá, quanto aos teores de Mg, em todas as doses de N aplicadas. Assim como no primeiro corte, o capim-braquiária apresentou teores mais elevados de Mg na parte aérea da planta. No entanto, observando o capim-gordura existente na pastagem, verifica-se superioridade (P<0,05) nas parcelas de capim-braquiária apenas nas doses de 50 e 100 kg/ha de N, em relação às parcelas de capim-jaraguá.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica do capim-braquiária e do capim-jaraguá adubados com N ou em consórcios com estilosantes, introduzidos em pastagem de capim-gordura degradada.

O arranjo experimental utilizado consistiu de um fatorial $(2 \times 4) + 2$, que correspondeu, respectivamente, a duas espécies, capim-braquiária e capim-jaraguá, quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg/ha) e dois tratamentos adicionais correspondentes aos dois consórcios, capim-braquiária com estilosantes e capim-jaraguá com estilosantes, em blocos ao acaso com três repetições.

Após o estabelecimento das espécies forrageiras, verificado especialmente em função do estilosantes, foi efetuado o primeiro corte das plantas em 16 de agosto de 1999. A segunda colheita, referente ao segundo corte, foi realizada em 08 de dezembro de 1999, quando o capim-braquiária, capim-jaraguá e estilosantes apresentaram altura média de 40, 48 e 50 cm, respectivamente.

As adubações nitrogenadas promoveram aumento ($P < 0,01$) do rendimento forrageiro do capim-braquiária de 1.284 para 4.604 kg/ha de MS, no primeiro corte, e de 1.019 para 2.149 kg/ha de MS, no segundo corte. Porém, em nenhum corte houve resposta ($P > 0,05$) na produção de MS do capim-jaraguá. O

capim-braquiária, nos dois cortes, foi superior ($P < 0,05$) ao capim-jaraguá em rendimento forrageiro.

Os teores de PB do capim-braquiária variaram de forma positiva ($P < 0,01$), de 3,18 para 5,68 dag/kg de MS, em função das doses de N, apenas no primeiro corte. Já no segundo corte, não houve efeito da aplicação de N, detectando-se o valor médio de 7,80 dag/kg de MS. O capim-jaraguá apresentou incremento nos teores de PB nos dois cortes. No primeiro corte, houve variação ($P < 0,01$) de 2,53 para 3,72 dag/kg de MS e no segundo ($P < 0,05$), de 7,32 para 8,45 dag/kg.

Os teores de FDN e FDA do capim-braquiária foram mais baixos ($P < 0,05$) que aqueles verificados no capim-jaraguá, nos dois cortes realizados.

Quando se elevaram as doses de N, houve diminuição ($P < 0,05$) do teor de P para as duas gramíneas, capim-braquiária e capim-jaraguá, no primeiro e segundo cortes. No entanto, quando comparadas, não houve diferenças significativas entre as duas espécies ($P > 0,05$) para todas as doses de N.

Os teores de K detectados na MS do capim-braquiária e do capim-jaraguá variaram de 0,43 a 1,81 dag/kg de MS, mas, quando as forrageiras foram comparadas, houve superioridade ($P < 0,05$) dos teores no capim-braquiária em ambos os cortes.

As gramíneas introduzidas apresentaram teores elevados de Ca na MS, nos dois cortes, porém só houve incremento ($P < 0,01$) de Ca, em função das doses crescentes de N, no capim-braquiária, no segundo corte. Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as forrageiras, quando os teores de Ca foram comparados dentro da mesma dose de N.

Os teores de Mg do capim-braquiária foram superiores ($P < 0,05$) aos do capim-jaraguá nos dois cortes.

De forma geral, as produções de MS nos consórcios capim-braquiária e capim-jaraguá com o estilosantes foram superiores ($P < 0,05$) às das duas gramíneas adubadas com N. A produção de MS do estilosantes com capim-braquiária foi de 5.033 kg/ha e com o capim-jaraguá, de 3.731 kg/ha, no primeiro

corte. No segundo, o rendimento forrageiro foi de 2.150 e 1.223 kg/ha, respectivamente.

Os teores de PB nos consórcios foram, em média, uma vez e meia mais elevados que aqueles encontrados para as gramíneas adubadas com N.

Os teores de FDN e FDA do capim-braquiária e capim-jaraguá associados ao estilosantes foram mais baixos nos dois cortes efetuados quando comparados aos demais tratamentos. Já os teores de Ca foram mais elevados, quando se realizaram essas mesmas comparações.

Com referência ao nutriente P, no primeiro corte, apenas o capim-braquiária não-adubado com N apresentou teor mais elevado ($P < 0,05$) que os teores dos consórcios das duas gramíneas com o estilosantes. Já no segundo corte, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os consórcios e os demais tratamentos.

Pelos resultados obtidos, foram obtidas as seguintes conclusões:

- O capim-braquiária respondeu satisfatoriamente às doses de N aplicadas, mostrando-se bastante produtivo e adaptado às condições edafoclimáticas da região. De forma geral, a densidade e o crescimento das plantas indesejáveis foram reduzidos na pastagem pela forrageira introduzida.
- O capim-jaraguá não apresentou resposta ao N aplicado, como também à competição com as plantas invasoras. No entanto, o capim-gordura da pastagem apresentou boa recuperação e resposta satisfatória ao N aplicado nas parcelas em que foi introduzido o capim-jaraguá.
- O estilosantes adaptou-se bem à região, fato verificado pela alta produção de MS, no primeiro (agosto) e segundo (dezembro) cortes. Também atingiu altos teores de PB, melhorando o valor nutritivo do pasto.
- Quando os consórcios foram comparados entre si, houve melhores respostas das características avaliadas daquele em que a leguminosa foi associada ao capim-braquiária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., VERNEQUE, R.S., SALVATI, J.A. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeitos sobre produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.12, n.2, p.2-6, 1990.
- ANDRADE, I.F. Produção e composição química de leguminosas forrageiras cultivadas no cerrado de Sete lagoas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.11, n.2, p.341-59, 1982.
- ANDRADE, I.F. Métodos de introdução de leguminosas em pastagem nativa de Cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 14, n.2, p.151-8, 1985.
- ARRUDA, N.G., MOREIRA, E.M., CANTARUTTI, R.B. Sistema de plantio para estabelecimento de pastagens de *Brachiaria humidicola* em área de sapé (*Imperata brasiliensis*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: SBZ, 1986. p.215.
- ARRUDA, N.G., CANTARUTTI, R.B., MOREIRA, E.M. Tratamento físico-mecânico e fertilização na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* em solos de tabuleiros. **Pasturas tropicales**, Cali, v.9, n.3, p.36-39, 1987.
- BODDEY, R.M., RESENDE, C.P., SCHUNKE, R.M., ALVES, B.J.R., CADISCH, G., PEREIRA, J.M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramínea em monocultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

- ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Palestras dos Simpósios...** Niterói, RJ: SBZ, p.141-173. 1993.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants.** Tropical Agriculture Series. Longman, 1977. p.167-70.
- BOTREL, M.A., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F, SALVATI, J.A. Avaliação de forrageiras em dois municípios do Campo das Vertentes de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.23, n.2, p.189-196, 1994.
- BOTREL, M.A., CRUZ FILHO, A.B., CARVALHO M.M. Recomendações para formação e manejo de pastagens na Zona da Mata de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.13, n.153/154, p.18-22, 1988.
- BOTREL, M.A., XAVIER, D.F. Forrageiras para áreas de relevo acidentado. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J. (Eds.). **Pastagens para gado de leite em regiões de influência da Mata Atlântica.** Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite (EMBRAPA/CNPGL), 2000. p.25-40.
- BRASIL, F., AYARZA, M., ALVES, B.J.R., URQUIAGA, S. et al. Influência de *Stylosanthes guianensis* na biomassa vegetal de um consórcio com *Brachiaria ruziziensis* na região dos Cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. p.70-72.
- BROCKINGTON, N.R., ZOCCAL, R., VEIL, J. M., ASSIS, A.G., NETO, M.S. O uso da simulação nos estudos de pastagens. III. Introdução de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf.) em pastagens degradadas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS, 1986. p. 353.
- CALEGARI, A. Uso de rotação de cultura em recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECICLAGEM DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa, SP: IZ, 1993. p.119-45.
- CANTARUTTI, R.B. **Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela no Sul da Bahia.** Viçosa, UFV, 1996. 83p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- CANTARUTTI, R.B., BODDEY, R.M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p.431-45.
- CARO-COSTAS, R., CHANDLER, J.V., FIGARELLA, J. The yields and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico, as affected by nitrogen fertilization, season and harvest procedures. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.44, n.3. p.107-20, 1960.
- CARVALHO, M.M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1985, Nova Odessa, SP. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.125-43.
- CARVALHO, M.M., CRUZ FILHO, A.B. Desenvolvimento de pastagens em áreas de relevo acidentado. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J. (Eds.). **Pastagens para gado de leite em regiões de influência da Mata Atlântica**. Juiz de fora, MG. Embrapa Gado de Leite (EMBRAPA/CNPGL), 2000. p.53-81.
- CARVALHO, M.M., SARAIVA, O.F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.) a aplicações de nitrogênio, em regime de cortes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.16, n.5, p.442-54, 1987.
- CARVALHO, M.M., SARAIVA, O.F., FREITAS, V.P. Disponibilidade de forragem em pastagem de capim-gordura sob efeitos de níveis de nitrogênio e taxa de lotação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.18, n.5, p.432-46, 1989.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**; 4ª aproximação. Lavras: 1989. 159p.
- CORRÊA, A.S. **Pecuária de corte na região de cerrados do Brasil Central**. Campo Grande, MS: EMBRAPA; CNPGC, 1995. 10p. (EMBRAPA-CNPGC. Documento Interno. EMBRAPA/CNPGC).
- CORSI, M., MARTHA JR., G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1997, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1997. p.161-192.

- CÓSER, A.C. **Avaliação do BOTANAL e suas comparações com classes estimadas e classes exatas, seus relevos côncavo e convexo das pastagens nativas do município de Viçosa, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1988. 106p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- CÓSER, A.C., CRUZ FILHO, A.B. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.18, n.5, p.410-16, 1989.
- COSTA, G.G. **Economia de nitrogênio do consórcio capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf) com a *Glycine wight* (R. Grah. Ex Wight e Arn) Verdcourt cv. Cooper e *Centrosema pubescens* Benth.** Viçosa, MG, UFV, 1981, 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- COUTO, W., SANZONOWICZ, C., LEITE, C.G. Adubação para o estabelecimento de pastagens consorciadas nos solos de cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, ALIMENTO E ENERGIA 6., Brasília, DF, 1982. **Anais...**Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1988. p.61-78. 1982.
- CRUZ FILHO, A.B. **Práticas agronômicas para o estabelecimento de pastagens.** Coronel Pacheco, MG: EMPRAPA; CNPGL, 1990. 25p. (Documentos - EMBRAPA - CNPGL,37). 1990.
- CRUZ FILHO, A.B., CÓSER, A.C., NOVELLY, P.E. Comparação entre métodos de plantio de *Brachiaria decumbens* em pastagens de capim-gordura em áreas montanhosas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.15, n.4, p.297-306, 1986.
- CRUZ FILHO, A.B., CÓSER, A.C., VERNEQUE, R.S. Produção animal em pastagens de capim-gordura e de braquiária em montanhas da Zona da Mata de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987. p.224.
- DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: Social and economic contributions. **Soil Biol. Biochem.**, v.29, p.771-774, 1997.
- EMBRAPA. **Leguminosas: fixação de N₂ e sua importância como forrageira. Curso de pecuária leiteira.** Juiz de Fora: EMPRAPA; CNPGL, 1990. 51p. (EMBRAPA-CNPGL, Documentos, 36).

- EMBRAPA. **Recuperação de pastagens degradadas**. Juiz de Fora: EMBRAPA; CNPGL, 1993. 51p. (EMBRAPA-CNPGL, Documentos, 55).
- FERNANDES, F.M., ISEPON, O.J., NASCIMENTO, V.M. Resposta de *Brachiaria decumbens* a níveis de NPK em solo originalmente coberto por vegetação de cerrado. **Científica**, Jaboticabal, v.13, p.89-97, 1985.
- FISHER, M.J., RAO, I.M., AYARZA, M.A., LASCANO, C.E., SANZ, J.I., THOMAS, R.J., VERA, R.R. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. **Nature**, v.371, p.236-8, 1994.
- FONSECA, D.M., GOMIDE, J.A., ALVAREZ V., V.H., NEVES, J.C.L., NOVAIS, R.F., BARROS, N.F. Absorção, utilização e níveis críticos de fósforo em *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.21, n.4, p.731-43, 1992.
- GALLO, J.R., HIROCE, R., BATAGLIA, O.C. et al. Composição química orgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, v.31, n.1, p.115-37, 1974.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: IICA; EMBRAPA; CNPGL, 1986. 197p.
- GILLER, K.E., McDONAGH, J.F., CADISCH, G. Can biological nitrogen fixation sustain agriculture in the tropics? In: SYERS, J.K. e RIMMER, D.L. (Eds.) **Soil science and sustainable land management in the tropics**. Wallingford: CAB International, 1994. p.173-191.
- GOMIDE, J.A. Sistemas de manejo de gramíneas do gênero *Melinis*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 9, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, v.13, p.1-16, 1995.
- GOMIDE, J.A., COSTA, G.G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. III. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.2, p.215-24, 1984.

- GOMIDE, J.A., COSTA, G.G., SILVA, M.A.M.M. Adubação nitrogenada e consorciação do capim-colonião e capim-jaraguá. II. Composição mineral e digestibilidade da matéria seca dos componentes da mistura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.1, p.22-29, 1984c.
- GOMIDE, J.A., COSTA, G.G., SILVA, M.A.M.M., ZAGO, C.P. Adubação nitrogenada e consorciação do capim-colonião e capim-jaraguá com leguminosas. I. Produtividade e teor de nitrogênio das gramíneas e das misturas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.1, p.11-21, 1984b.
- GOMIDE, J.A., LEÃO, M.I., OBEID, J.A., ZAGO, C.P. Avaliação de pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacques) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.1, p. 1-9, 1984a.
- GOMIDE, J.A., OBEID, J.A., OLIVEIRA, J.M. Introdução de leguminosas tropicais em pastagens de gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.8, n.4, p.593-609, 1979.
- GOMIDE, J.A., SOUZA, I.R., ARRUDA, L.C., ARRUDA, N.G. Consumo de matéria seca do capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.3, p.468-83, 1980.
- GUSS, A., GOMIDE, J.A., NOVAIS, R.F. exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.19, n.4, p.279-89, 1990.
- JARVIS, S.C., SCHOLEFIELD, D., PAIN, B. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P.E. (Ed.) **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.381-419.
- KABEYA, K.I. **Composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais e desempenho de novilhos suplementados a pasto**. Viçosa, MG: UFV, 2000, 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- KÖEPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.

- LOMBARDI NETO, F. Degradação das pastagens. In: ENCONTRO SOBRE REC. DE PAS, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1993, p.49-59.
- LOURENÇO, A.J., ESCUDER, C.J., RODRIGUEZ, N.M. Efeito da lotação no desempenho animal em pastagens de *Brachiaria decumbens*, Stapf. (1). **Boletim da Indústria Animal**, v.36, n.2, p.193-9, 1979.
- MACEDO, G.A.R., ESCUDER, C.J. Cobertura vegetal das pastagens de capim-gordura e capim-jaraguá sob diferentes lotações em áreas de cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.9, n.1, p.31-40, 1980.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 32, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.
- MANNETJE, L.T., HAYDOCK, K.P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture *Journal British Grassland Society*, Oxford, v.18, n.4, p.268-275, 1963.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed., New York: Academic Press, 1995. 874p.
- MARTINS, C.E., AMARAL, F.A.L., CÓSER, A.C. Comportamento de espécies e ecotipos de estilosantes submetidos a diferentes níveis de saturação de alumínio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.194-204, 1993.
- MEIRELLES, N.M.F. Degradação de pastagens - Critérios de avaliação. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1993. p.1-27.
- MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alarico, 1966. p.815-22.
- MOIR, K.W. The constancy of the digested cell wall in grasses. **Journal of Agriculture Science**, v.83, n.2, p.259-98, 1974.

- MONTEIRO, F.A., LIMA, S.A.A., WERNER, J.C., MATOS, H.B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colonião adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Boletim da Indústria Animal**, v.37, n.1, p.127-48. 1980.
- MONTEIRO, F.A., WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-colonião, na formação e em pasto estabelecido. **Boletim da Indústria Animal**, v.34, n.1, p.91-101, 1977.
- MYERS, R.J.K., ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, v.25, p.104-110, 1991.
- NASCIMENTO JR, D. Aspectos gerais da avaliação de pastagens. Seminário de avaliação de pastagens. In: SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS, João Pessoa, PB, 1991. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.1-37.
- NASCIMENTO JR., D. Ecossistemas de pastagens cultivadas. Manejo de pastagem de tifton, coast cross e estrela. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, Piracicaba, SP. **Anais...** FEALQ, Piracicaba, SP, 1998. p.271-96.
- NASCIMENTO JR., D., QUEIROZ, D.S., SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p.107-52.
- NEPTUNE, A.M.L. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p.73-107.
- NOVAIS, R.F., SMYTH, T.J. Aplicação localizada de fertilizante fosfatado: In: NOVAIS, R.F., SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. 1999. p.272-285.
- NUNES, S.G., BOOK, A., PENTEADO, M.I.O., GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2.ed. Campo Grande, MS: EMBRAPA; CNPQC, 1984. 31p. (EMBRAPA, Documentos, 21).

- OLIVEIRA, F.T.T., SARAIVA, O.F., CARVALHO, M.M., VERNEQUE, R. da S. Efeito de calagem, potássio, enxofre e micronutrientes sobre o crescimento de *Centrosema pubescens* em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.7. p.755-59, 1985.
- OLIVEIRA, M.A. **Estudo de crescimento e valor nutritivo de *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*, Stapf)**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1980. 68p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980.
- PACIULLO, D.S.C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott) ao atingir 80 e 120 cm de altura sob diferentes doses de nitrogênio**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- PEREIRA, C.A., ANDRADE, N.O. Transferência de tecnologias disponíveis para a recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, 1993. p.155-186.
- QUINN, L.R., MOTT, G.O., BISSCHOFF, W.V.A., ROCHA, G.L. Produção de carne em bovinos submetidos a pastoreio em seis gramíneas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, v.20, p.250-59, 1962.
- VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.
- RÊGO, M.C. **Efeito do tempo de aplicação do nitrogênio e potássio em capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf), após corte a duas alturas, sobre rendimento forrageiro, composição mineral e recuperação dos fertilizantes aplicados**. Viçosa, MG: UFV: 1977. 33p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1977.
- ROCHA, G.L. Situação das pastagens no Estado de São Paulo, pastagens naturais e cultivadas. In: CURSO DE MANEJO DE PASTAGENS, 1, 1985, Nova Odessa. **Curso..** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1985. p.124.
- RODRIGUES, L.R.A., REIS, R.A. Estabelecimento de outras forrageiras em áreas de *Brachiaria spp.* SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p.299-325.

- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região Centro-Oeste do Brasil. In: CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1985. Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, 1986.
- SEIFFERT, N.F., ZIMMER, A.H., SCHUNKE, R.M., BEHLING-MIRANDA, C.H. **Reciclagem de nitrogênio em pastagem consorciada de *Calopogonium mucunoides* com *Brachiaria decumbens***. Campo Grande, MS: CNPQC/EMBRAPA, 1983. 40p. (Boletim de Pesquisa, 3)
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- SILVA, M.A.M.M. **Adubação nitrogenada e consorciação do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) com soja perene (*Neonotonia wightii* (Wight at Arn) Lackey) e centrosema (*Centrosema pubescens* Benth)**. Viçosa, MG: UFV, 1983. 35p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- SIQUEIRA, C., CARVALHO, M.M., SARAIVA, O.F., OLIVEIRA, F.T.T. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1, E REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980. p.473.
- SOARES FILHO, C.V. Tratamentos físico-mecânicos, correção e adubação para recuperação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1993. p.79-117.
- SOARES FILHO, C.V. **Variação sazonal nos parâmetros bioquímico-fisiológicos em *Brachiaria decumbens* estabelecida em pastagem**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1991. 110p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1991.
- SOARES FILHO, C.V., MONTEIRO, F.A., CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*, 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. **Revista Pasturas Tropicales**, Cali, v.14, n.2, p.26, 1992.

- SPAIN, J.M. O uso de leguminosas herbáceas nas pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, 1995, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. v.13, p.275-99.
- SPAIN, J.M., GUALDRON, R. Degradación e rehabilitación de pasturas. In: LASCANO, C., SPAIN, J.M. (Eds.) **Establecimiento y Renovación de pasturas**. Cali, CIAT, 1991, 426p.
- THOMAS, D., ANDRADE, R.P. Desempenho agrônômico de cinco gramíneas tropicais sob pastejo na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.8, p.1047-51.,1984.
- TOLEDO, J.M. Pasture development for cattle production in the major ecosystem of the tropical American lowlands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, 1985. **Proceedings...** Kyoto, Japan, 1985. p.74-78.
- TORRES, R., SIMÃO NETO, M., NOVAIS, L.P., SOUZA, R.M. Efeito da taxa de lotação e da suplementação com silagem no crescimento de bovinos leiteiros em pastagem de capim-gordura **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.3, p.479-88, 1982.
- TORRES, R., SIMÃO NETO, M., SOUZA, R.M., NOVAES, L.P. **Recria de Animais leiteiros em pastagem de capim-gordura da Zona da Mata de Minas Gerais**. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA; CNPGL, 1980. 7p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 7).
- TOW, P.G. Interpreting indicators of a transfer of N from legumes to grass in competition studies. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Winnipeg: Manitoba and Saskatoon, Canada, 1997. p.7-58.
- VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p. 834-44, 1965.
- VILELA, D., CARDOSO, R.M., SILVA, J.F.C., GOMIDE, J.A. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite por vacas em pastagem de capim-gordura. **Revista Brasileira da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.9, n.2, p.214-32, 1980.

- VILELA, H. Pastagens em cerrados - produção de carne e leite. In: ENCONTRO SOBRE FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS EM ÁREAS DE CERRADOS, 1, Uberlândia, 1982. **Anais...** Uberlândia, 1982. p.113-61.
- WENDLING, I.J. **Produção de leite em pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sob duas ofertas diárias de forragem.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagem.** Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria spp.* In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, Piracicaba, SP, 1994. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p.209-22.
- ZIMMER, A.H., CORRÊA, E.S. O avanço das pastagens no Brasil. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1993, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p.1-27.
- ZIMMER, A.H., EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, v.13, 1995. p.101-44.
- ZIMMER, A.H., PIMENTEL, D.M., VALLE, C.B., SEIFFERT, N.F. **Aspectos práticos ligados à formação de pastagens.** Campo Grande, MS: EMBRAPA; CNPGC, 1983. 42p. (Circular técnica - EMBRAPA - CNPGC, 12).