

**TRATAMENTO FÍSICO ASSOCIADO À ADUBAÇÃO
NA RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA DE
BRAQUIÁRIA.**

Erika Ramos Prazeres Bomfim

2001



Erika Ramos Prazeres Bomfim

**TRATAMENTO FÍSICO ASSOCIADO À ADUBAÇÃO NA
RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Bomfim, Erika Ramos Prazeres

Tratamento físico associado à adubação na recuperação de pastagem degradada de braquiária / Erika Ramos Prazeres Bomfim. -- Lavras : UFLA, 2001.

100 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pastagem. 2. Recuperação. 3. Capim brachiaria. 4. Adubação. 5. Implemento.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.2

-633.208891

ERIKA RAMOS PRAZERES BOMFIM

**TRATAMENTO FÍSICO ASSOCIADO À ADUBAÇÃO NA
RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 19 de dezembro de 2001

Prof. Nilson Salvador

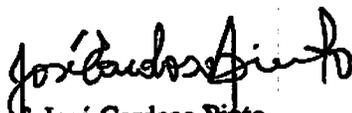
UFLA

Prof. Augusto Ramalho de Moraes

UFLA

Prof. Ivo Francisco de Andrade

UFLA



Prof. José Cardoso Rinto
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Durval e Conceição,

Aos meus avós, Alfeu e João (in memoriam),

Às minhas avós, Verônica (in memoriam) e Margarida,

À minha irmã Michele,

Aos sobrinhos Leticia e Matheus,

Aos padrinhos João e Iolanda,

OFEREÇO

" Filho, se você parar de aprender, logo esquecerá o que sabe. "
(Provérbios 19-27)

Ao meu esposo, Marco Aurélio, pela amizade e amor,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado uma família exemplar, amigos verdadeiros e força de viver.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Cardoso Pinto, pela orientação e ensinamentos no decorrer do curso.

Aos conselheiros Professor Nilson Salvador e Professor Augusto Ramalho de Moraes, pelas sugestões e colaborações.

Ao professor Ivo Francisco de Andrade pela amizade e sempre disposição em colaborar.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, Universidade Federal de Viçosa, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos professores Carlos Alberto Pereira de Rezende e Juan Ramón Olalquiaga Pérez, pelo incentivo e amizade no decorrer do curso.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, José Virgílio, Márcio Nogueira, Suelba Ferreira e Eliana dos Santos (Laboratório de Nutrição Animal), Carlos Henrique de Souza e Pedro Adão Pereira (Secretaria de Pós-Graduação), Keila Cristina de Oliveira e Mariana Cornélio (Secretaria do Departamento).

Ao funcionário José Geraldo Vilas Boas e coordenados, Sebastião, Antônio, Policarpo e Leandro, pela colaboração e mão-de-obra indispensáveis.

Ao esposo e colega de pós-graduação, Marco Aurélio Delmondes Bomfim, pela valiosa e inestimável colaboração nos trabalhos de campo e laboratoriais.

À aluna de graduação, bolsista de iniciação científica do CNPq, Kamilla Ribas Soares, pela amizade e valiosa colaboração na condução dos trabalhos de laboratório.

Aos colegas de mestrado, Wilson, Victor (Jacaré), Cristiano e Leonardo "Almenara" (turma da forragicultura), Yasmin, José Antônio, Paulo, Denise, Elaine, Gisele, Mônica, Romero, Roberto, Maurício e Michela, pela amizade, apoio e agradável convívio.

Aos amigos, Luís e Edivalda Bomfim, Marcos Antônio, Luiz Henrique e Jaqueline Bomfim, pelo incentivo e apoio.

À amiga Cecília Linhares Santos, pela amizade sincera, sempre.

À toda minha família, pelos ensinamentos, caráter e amor oferecidos em minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

LISTA DE ABREVIATURAS

Ca	Cálcio
Cu	Cobre
CNPGC	Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
E	Escarificador
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
G	Grade
ha	Hectare
K	Potássio
MS	Matéria seca
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
M	Tratamento físico
N	Nitrogênio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
SAEG	Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas
S	Enxofre
T	Testemunha
UA/ha	Unidade animal por hectare
Zn	Zinco

RESUMO

BOMFIM, Erika Ramos Prazeres. Tratamento físico associado à adubação na recuperação de pastagem degradada de braquiária. Lavras: UFLA, 2001. 100p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

Na região dos cerrados brasileiros estima-se que atualmente existam 85 milhões de hectares ocupados com pastagens, dos quais 50 milhões de hectares são de pastagens cultivadas, sobretudo com gramíneas de origem africana do gênero *Brachiaria*, sendo que mais de 50% estão degradados ou em processo de degradação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de tratamentos físicos (grade aradora e escarificador), de doses de N e de P e as interações destes fatores, na recuperação de uma pastagem degradada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). Este experimento foi conduzido em uma área de pastagem degradada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sul de Minas Gerais, Brasil. O período experimental foi de dezembro de 1998 a abril de 2000. Foi utilizado um delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, alocando os tratamentos físicos nas parcelas e as adubações de N e P nas subparcelas. A adubação, baseada nos resultados da análise de solo, constou da aplicação de 100 kg/ha de N, 100 kg/ha de P₂O₅ e a combinação das duas dosagens. A adubação com N, nos quatro cortes realizados, bem como a interação N x P no corte dois, resultaram em aumento da produção de MS de *B. decumbens*. Os tratamentos físicos elevaram ou reduziram a produção de MS das gramíneas, exceto no corte três quando associado ao P. A produção de MS de invasoras foi beneficiada com a aplicação de nutrientes e apenas o tratamento com escarificador associado ao P, no terceiro corte, reduziu de forma significativa a produção destas espécies na área. A composição químico-bromatológica da forragem colhida foi positivamente influenciada pela adubação com P e N, enquanto os tratamentos físicos reduziram a concentração da maioria dos elementos analisados. O efeito negativo dos tratamentos físicos foram parcialmente reduzidos com a associação destes com o P ou N. Conclui-se que a aplicação de nutrientes, especialmente o N isolado ou associado ao P, aumenta a produção de MS de *B. decumbens* e de outras gramíneas em pastagem degradada, bem como eleva a concentração de PB, FDN, FDA, P, Mg, Mn e S no tecido vegetal.

Comitê Orientador: Prof. José Cardoso Pinto - UFLA (Orientador), Prof. Nilson Salvador - UFLA, Prof. Augusto Ramalho de Moraes - UFLA.

ABSTRACT

BOMFIM, Erika Ramos Prazeres. Physical treatment associated to fertilization in pasture recovery of braquiaria. Lavras: UFLA, 2001. 100p. (Dissertation – Master in Animal Science)*.

In the Brazilian savannahs area is estimates that actually 85 million hectares exist with pastures, of the which 50 million hectares are of cultivated pastures, especially with grasses of African origin of the genus *Brachiaria*, and more than 50% are degraded or in degradation process. The objective of this work was to evaluate the influence of the employment of physical treatments (ploughman rail and escarificator), of N and P doses, besides the interactions of these factors, in the recovery of a degraded pasture of signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf.). This experiment was conducted in an area of degraded pasture of the Animal Science Department of the Universidade Federal de Lavras (UFLA), south of Minas Gerais State, Brazil. The experimental period was of December of 1998 through April of 2000. The randomized block design is used in split plot scheme, allocating physical treatments into the main plots and the treatments with N and P into the subplots. The fertilization based on the results of the soil analysis, consisted of the application of 100 kg/ha of N, 100 kg/ha of P₂O₅, and the combination of the two doses. The fertilization with N in the four cuts, as well as of the interaction P x N in cut two resulted in increase of dry matter production of *B. decumbens* and other grasses. The physical treatments increased or reduced dry matter production of forages, except in the cut three when associated with P. The dry matter production of weed was benefitted with application of nutrients and just the treatment with escarificator, associated with P in the third cut, reduced significantly the production of these species in the area. The chemical composition of *B. decumbens* was influenced positively by fertilization with P and N, while the physical treatments reduced the concentration of the most of analyzed variables. The negative effect of the physical treatments was partially reduced with the association with P or N. It was concluded that the application of nutrients, especially isolated N or associated with P, increases the dry matter production of *B. decumbens* and other grasses in degraded pasture, as well as the concentration of CP, NDF, ADF, P, Mg, Mn and S in DM harvested forage.

*Guidance Committee: Prof. José Cardoso Pinto – UFLA (Adviser), Prof. Nilson Salvador - UFLA, Prof. Augusto Ramalho de Moraes – UFLA.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Degradação das pastagens.....	3
2.1.1 Conceitos.....	3
2.1.2 Processo de degradação das pastagens.....	4
2.1.3 Causas de degradação das pastagens.....	5
2.1.3.1 Superpastejo.....	6
2.1.3.2 Deficiência de nutrientes.....	7
2.1.3.3 Uso excessivo da queima.....	9
2.1.3.4 Escolha inadequada da espécie forrageira.....	10
2.1.3.5 Pragas e doenças.....	11
2.1.3.6 Plantas invasoras.....	11
2.1.3.7 Clima.....	12
2.2 Critérios para avaliação do grau de degradação.....	13
2.3 Estratégias de recuperação de pastagens degradadas.....	14
2.3.1 Manejo da pastagem.....	14
2.3.2 Controle de plantas invasoras.....	15
2.3.3 Melhoramento da fertilidade do solo.....	16
2.3.4 Introdução de outras espécies.....	19
2.3.5 Uso de culturas anuais.....	19
2.3.6 Uso de equipamentos agrícolas.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23

3.1	Localização do experimento.....	23
3.2	Histórico da área.....	23
3.2	Caracterização climática.....	24
3.3	Implantação do experimento.....	26
3.4	Delineamento experimental e tratamentos.....	27
3.5	Dimensões do experimento.....	27
3.6	Parâmetros avaliados.....	28
3.6.1	Rendimento de massa verde.....	28
3.6.2	Composição botânica.....	28
3.6.3	Teor e rendimento de matéria seca.....	28
3.6.4	Teor de N total para estimativa da PB.....	29
3.6.5	Concentrações de FDN e de FDA.....	29
3.6.6	Teores de minerais.....	29
3.7	Análise estatística.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1	Produção de matéria seca.....	32
4.1.1	<i>Brachiaria decumbens</i>	32
4.1.2	Outras gramíneas.....	37
4.1.3	Leguminosas.....	40
4.1.4	Plantas Invasoras.....	40
4.2	Teor de proteína bruta (PB).....	43
4.3	Teor de fibra em detergente neutro (FDN).....	49
4.4	Teor de fibra em detergente ácido (FDA).....	51
4.5	Teor de minerais.....	53
4.5.1	Teor de fósforo (P).....	53
4.5.2	Teor de potássio (K).....	55
4.5.3	Teor de cálcio (Ca).....	58
4.5.4	Teor de magnésio (Mg).....	60

4.5.5 Teor de enxofre (S).....	62
4.5.6 Teor de cobre (Cu).....	65
4.5.7 Teor de manganês (Mn).....	66
4.5.8 Teor de zinco (Zn).....	71
5 CONCLUSÕES.....	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
7 ANEXO.....	85

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção pecuária é essencialmente extensiva e dependente das pastagens nativas e cultivadas. Apenas na região dos cerrados brasileiros, que representa uma área de mais de 200 milhões de hectares, estima-se que atualmente existam 85 milhões de hectares estejam ocupados com pastagens. Desse total, dos quais 50 milhões de hectares são de pastagens cultivadas, sobretudo com gramíneas de origem africana do gênero *Brachiaria*.

Com o incremento de área das pastagens cultivadas, principalmente com a espécie *Brachiaria decumbens* Stapf, adaptada à região dos Cerrados, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, houve um aumento na lotação animal, elevando-a de 0,2 a 0,3 para 0,9 a 1,0 UA/ha. O ganho de peso vivo animal cresceu, em média, de 2 a 3 vezes, em relação à pastagem nativa.

A *B. decumbens* é uma das forrageiras mais utilizadas no Brasil Central, apresentando boa adaptação a solos ácidos, uma vez que tem alta tolerância a Al e baixa exigência em P e Ca. Dentre suas características agronômicas favoráveis destacam-se o elevado rendimento de MS, a tolerância à baixa fertilidade dos solos e a alta agressividade. A sua adoção resultou em um grande impulso na exploração da pecuária de corte e de leite no Brasil e ampliou consideravelmente a fronteira agrícola.

A substituição freqüente de espécies forrageiras mais exigentes por materiais menos exigentes e de pior qualidade, na formação de pastagens, permite inferir sobre a gravidade do problema da degradação de pastagens. Neste contexto, a definição de indicadores do estado fisiológico das espécies forrageiras desejáveis torna-se relevante. Especialmente quando se objetiva, detectar os prenúncios da degradação, antes que o processo torne-se irreversível, o que permitiria estabelecer medidas de recuperação da pastagem.

Fatores, como manejo inadequado e deficiências nutricionais do solo, têm concorrido para reduzir a produtividade do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.) nos locais onde a substituição ainda não foi processada, bem como nas pastagens do capim-braquiária (*B. decumbens*). O resultado foi o aparecimento de áreas descobertas que são povoadas por invasoras de folhas largas ou por gramíneas de baixo valor nutritivo, levando à degradação das pastagens. Em situações mais graves, a redução da cobertura vegetal se acentua e as perdas do solo por erosão são facilitadas.

A reabilitação das áreas degradadas pode apresentar uma contribuição significativa para o desenvolvimento sócioeconômico da região em questão, ao mesmo tempo em que poderá ter reflexos positivos sobre a preservação ambiental.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência do emprego da grade intermediária, do escarificador com disco de corte e de doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e N+P na recuperação de uma pastagem degradada de capim-braquiária ou simplesmente braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), no sul de Minas Gerais, Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Degradação das pastagens

2.1.1 Conceitos

A degradação dos recursos naturais é consequência de um fenômeno complexo que começa com o seu uso inadequado pelo homem, visando à produção econômica de alimentos e matérias primas para indústrias (Ferrari Neto, 1991). A degradação das pastagens pode ser entendida como sendo um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da sua produtividade, sendo interpretada de diferentes formas pelos pesquisadores. A produção de pastagens é o produto de dois sistemas biológicos principais, a planta e o animal. Os fatores que afetam qualquer um dos sistemas, afetarão, sem dúvida, a produção animal (Mella, 1980).

Degradação das pastagens é definida por Macedo (1993) e Macedo e Zimmer (1995) como sendo o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais. Também se define como as ações para superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados.

Esta versão de degradação está baseada em um processo contínuo de alterações da pastagem que tem início com a queda do seu vigor e da sua produtividade. Poder-se-ia comparar este processo a uma escada em cujo topo estariam as maiores produtividades e, à medida que se descem os degraus com a utilização da pastagem, avança-se no processo de degradação. Até um determinado ponto, ou um certo degrau, haveria condições de se conter a queda

de produção e manter a produtividade por meio de ações mais simples, diretas e com menores custos operacionais. A partir desse ponto, passar-se-ia para o processo propriamente dito de degradação, em que só ações de recuperação ou de renovação, muitas vezes mais drásticas e dispendiosas apresentariam respostas adequadas. O final do processo culminaria com a ruptura dos recursos naturais, representado pela degradação do solo com alterações em sua estrutura, evidenciadas pela compactação e a conseqüente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção da água, causando erosão e assoreamento das nascentes de rios e lagos (Macedo, 1999).

2.1.2 Processo de degradação das pastagens

Em face da densa cobertura que amortece o impacto das gotas de chuva e da baixa velocidade de escoamento da enxurrada, não é de se esperar grandes perdas de solo por erosão. Entretanto, quando há um excessivo pastoreio o solo torna-se descoberto, pela retirada da vegetação pelos animais, ocasionando, assim, um maior volume de enxurrada e um maior transporte de terra, formando também sulcos e, em estádios mais avançados, as voçorocas (Marques et al., 1961).

É de fundamental importância entender o processo de degradação maneira ampla e propor estratégias técnicas capazes de determinar e debelar as causas, evitando aplicação de recursos e esforços para atacar os efeitos que conduzem as soluções parciais e pouco eficientes do problema.

Segundo Macedo (1995), a degradação de pastagens pode ser monitorada nas etapas de implantação e de utilização. Com o avanço da degradação ocorrem: a) queda do vigor e da produtividade; efeito na capacidade de suporte, b) queda na qualidade nutricional; efeito no ganho de peso do animal e c) degradação de recursos naturais.

Uma das características indicativas mais notórias no processo de degradação de pastagens é a redução da sua capacidade de suporte ao longo do tempo. Quando a exploração pecuária é monitorada com certo grau de organização e critério, é freqüente observar que, em um primeiro momento, diminui a capacidade de suporte para a mesma oferta de forragem. Conclui-se que o acompanhamento da variação da capacidade de suporte da pastagem permite antecipar etapas mais graves do processo de degradação, principalmente quando os recursos naturais já começam a deteriorar.

Para Nascimento Júnior et al. (1994), o manejo da pastagem visa à obtenção do equilíbrio entre o rendimento e a qualidade da forragem produzida e a manutenção da composição botânica desejada para o pasto, com concomitante produção ótima por animal e por área. Assim, o conhecimento das inter-relações dos componentes envolvidos é de vital importância no controle e na manipulação dos sistemas de pastejo.

2.1.3 Causas de degradação das pastagens

Nos últimos anos, a degradação das pastagens tem despertado o interesse de muitos profissionais. Estima-se que essa condição tenha afetado 50% das áreas cultivadas no Brasil (Spain e Gualdrón, 1991).

De modo geral, a degradação das pastagens está associada a fatores ligados ao estabelecimento da planta forrageira e a práticas de manejo. De acordo com Nascimento Júnior et al. (1999), as causas mais importantes da degradação das pastagens são as seguintes: germoplasma inadequado ao local; estabelecimento insatisfatório da pastagem decorrente da ausência ou uso inadequado de práticas de preparo, conservação, correção e/ou adubação do solo; escolha inadequada da espécie forrageira; falhas nos sistemas e métodos de plantio e manejo animal na fase de formação; falhas no manejo e nas práticas

culturais relacionadas ao uso do fogo como rotina, métodos, épocas e excesso de roçagens, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção; ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras; falhas no manejo animal em função de excesso de lotação e sistemas inapropriados de pastejo; ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo após o uso parcial ou uso prolongado de pastejo.

2.1.3.1 Superpastejo

O superpastejo rompe o equilíbrio entre a reciclagem de nutrientes acumulados no resíduo vegetal e o crescimento da forrageira, uma vez que os nutrientes da forragem não consumida que permanece no solo são reaproveitados pelas plantas forrageiras. Além disso, reduz o vigor das plantas, a capacidade de rebrota e a produção de sementes. As consequências desses efeitos do superpastejo sobre a pastagem serão menores produtividade e menor capacidade de competição com as plantas invasoras e as gramíneas nativas (Nascimento Júnior et al., 1999).

Uma carga muito alta de animais resulta em uma vegetação excessivamente reduzida, ocasionando considerável diminuição da proteção oferecida contra a erosão. Para que uma pastagem proteja de maneira eficiente de proteger o solo contra a erosão, é essencial que seja mantida uma lotação compatível com a sua capacidade de suporte (Ferrari Neto, 1999).

A composição botânica da pastagem é fortemente influenciada pela pressão de pastejo. Stoddart, Smith e Box (1975) informam que o principal efeito provocado pelos animais é o da desfolhação. Isto porque ela reduz a área foliar com consequências sobre os carboidratos de reserva, perfilhamento, crescimento de raízes e o crescimento de novas folhas, afetando também o ambiente da pastagem em relação à penetração da luz, temperatura e umidade

do solo, que são fatores que influenciam o crescimento das plantas forrageiras. Esses efeitos serão tanto maiores quanto maior for o estresse imposto pelo ambiente ao crescimento da planta. Assim, quando o estresse ambiente é alto, o estresse provocado pelo pastejo torna-se crítico. Como o estresse pelo pastejo é o fator mais manipulável no sistema, surge aqui a oportunidade do homem, como manejador, definir o grau de dano a que o ecossistema pode ser submetido sem comprometer a produtividade e a persistência da pastagem.

2.1.3.2 Deficiência de nutrientes

No Brasil, os solos sob pastagens são, predominantemente, Ultissolos e Oxissolos, os quais apresentam sérias limitações de fertilidade. A demanda por nutrientes pelas plantas forrageiras é função do tipo de solo, níveis de adubação, espécies utilizadas e intensidade de uso das pastagens. Os teores das bases trocáveis, Ca, Mg e K, e os de P são baixos enquanto os de Al trocável e de Mn disponível são elevados. Dessa forma, a adubação apresenta efeito marcante sobre a pastagem, melhorando o ganho/ha e, principalmente, a sua persistência, mesmo para as espécies adaptadas à baixa fertilidade do solo.

A fonte natural de N no solo é a matéria orgânica. É preciso que ela se decomponha, pela ação lenta e contínua dos microrganismos, para liberar N disponível para as plantas. O N pode ser absorvido sob as formas nítrica (NO_3^-) e amoniacal (NH_4^+), apresentando esta última a vantagem de ser retida pelas cargas negativas dos colóides do solo, retardando a sua movimentação e, conseqüentemente, as perdas por lixiviação. A forma nítrica é pouco retida pelos colóides, sendo facilmente lixiviada pelas águas das chuvas. Este fato constitui uma das razões pelas quais se recomenda a aplicação parcelada de N, visando seu melhor aproveitamento pelas plantas. As duas formas de N ainda podem ser perdidas por erosão e volatilização (EMBRAPA, 1993).

A pastagem, após a sua formação, não sofre tratamento físico-mecânico e, conseqüentemente, ocorre redução na aeração do solo e na atividade dos microrganismos, provocando, assim, uma redução na mineralização da matéria orgânica. Dessa forma, quando a planta é privada de sua maior fonte de N, a sua capacidade de desenvolvimento e de produção de MS será reduzida (Paulino, Beisman e Ferrari Jr., 1995).

Segundo Myers e Robbins (1991), a deficiência de N é uma das principais causas de degradação de pastagens cultivadas de gramíneas e é acentuada quando o manejo não favorece a reciclagem de nutrientes. Esses autores observaram que, mesmo em pastagens estabelecidas em solos férteis, o N contido no resíduo vegetal da pastagem tende a ser imobilizado por ação dos microrganismos do solo, não ficando disponível para as plantas forrageiras. Por outro lado, em algumas situações, quando há quantidade de N suficiente na matéria orgânica, o preparo do solo (aração e gradagem) torna o N disponível, dispensando a aplicação de uma fonte desse nutriente. Em pastagens nativas, as perdas de N podem ocorrer de várias formas: volatilização de amônia proveniente das excreções animais e da emissão do solo e plantas, erosão hídrica e eólica, lixiviação, remoção através de produtos animais e gases provenientes de queimas periódicas das pastagens.

A importância do P para o enraizamento das plantas forrageiras é demonstrada pelos trabalhos desenvolvidos por Paulino et al. (1986), Guss (1989), Correa e Haag (1993a) e Correa e Haag (1993b), evidenciando o papel do P no perfilhamento de gramíneas. Esse elemento faz parte do trifosfato de adenosina (ATP), responsável pelas reações de transferência de energia na planta.

Considerando a importância do P na sustentabilidade da produção, torna-se indispensável o acompanhamento dos seus teores disponíveis na

solução do solo e nos compartimentos da fração orgânica e mineral para melhor compreender o processo (Macedo, 1995).

Segundo Nascimento Júnior et al. (1994), a baixa disponibilidade de P no solo leva à produção de plantas com baixo teor de nutrientes, conseqüentemente, também os resíduos serão pobres em nutrientes. Este fato, além de reduzir a taxa de mineralização, implica também na imobilização de grande fração de nutrientes do "pool" disponível pelos microorganismos do solo. Esta queda no P disponível está associada com um decréscimo na produção de biomassa da gramínea forrageira, normalmente levando à degradação da pastagem (aumento do percentual de invasoras) e abandono. Nessas áreas degradadas, a gramínea forrageira geralmente responde à adubação fosfatada mas não responde à fertilização nitrogenada, sugerindo que o principal fator limitante para a produtividade da pastagem seria a disponibilidade de P (Dias Filho, 1998).

Teoricamente, pode-se dizer que existe uma reciclagem eficiente de P ingerido devido ao retorno através das fezes e urina, ou seja, a maioria do P retirado do solo pela planta e consumido pelo animal no pastejo seria devolvido para o sistema através das excreções animais, porém, na prática, essa eficiência é questionada em razão das fezes e urina não serem distribuídas uniformemente na pastagem.

2.1.3.3 Uso excessivo da queima

O fogo tem sido usado desde os primórdios pelo homem na abertura e limpeza de áreas vegetadas, procurando espaço para moradia ou plantio de cultivos de subsistência. A queima segue o sentido inverso da fotossíntese. Enquanto esta é caracterizada pela "construção" de cadeias de compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio, o fogo destrói essas cadeias (Macedo, 1995).

Por razões diversas, o fogo é freqüentemente utilizado na região dos cerrados do Brasil. O principal objetivo é o revigoramento das pastagens nativas que, após a maturação das plantas, tornam-se fibrosas, de baixa palatabilidade e de reduzido valor nutritivo para os animais. A queima da macega, como é dito este material, mais a vegetação morta e seca sobre o solo é a principal forma de rejuvenecer a vegetação para o pastejo (Curi et al., 1994).

O fogo também já foi muito utilizado na formação e estabelecimento de pastagens, na limpeza de áreas invadidas pela volta da vegetação natural ou, ainda, na eliminação de invasoras anuais. Queimas freqüentes prejudicam as plantas forrageiras por esgotar as reservas das raízes e base do caule, diminuindo o vigor de rebrotação. Além disso, há perdas de N, S e outros elementos contidos na vegetação queimada. A queima prejudica a produção de sementes, em consequência, prejudica a produtividade e persistência da pastagem (Carvalho, 1993).

2.1.3.4 Escolha inadequada da espécie forrageira

A escolha inadequada das espécie forrageiras é outro fator que pode contribuir para a degradação da pastagem. Algumas pastagens degradam mais rapidamente porque foram formadas com espécies forrageiras não adaptadas às condições de solo e de clima da região, ao manejo imposto pelo homem ou com aquelas de hábito de crescimento inadequado ao relevo da área (Nascimento Júnior et al., 1999).

2.1.3.5 Pragas e doenças

Nos ecossistemas de pastagens cultivadas brasileiras as cigarrinha-das-pastagens são vistas como a principal praga, por sua ampla abrangência e pelos danos econômicos que podem causar. Calcula-se que 25 cigarrinhas adultas por m^2 , em 10 dias, reduzem em 30% a produção forrageira do pasto atacado; em média, admite-se um prejuízo da ordem de 15% por ha na produção de massa verde (Alves, 1984; Silveira Neto, 1994).

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromymex* são as de maior importância para controle. Normalmente atacam pastagens estabelecidas, aumentando sua população com o passar do tempo, mas também podem causar sérios danos na fase de estabelecimento, principalmente em leguminosas (Lapointe e Ferrufino, 1991).

Os cupins de montículo podem ser encontrados infestando pastagens em diversas regiões do Brasil. O argumento de que os cupinzeiros diminuem a área útil das pastagens, parece pouco provável, pois, considerando-se que um cupinzeiro ocupe uma área média de $0,5 m^2$, uma pastagem com um número alto de 200 cupinzeiros/ha, por exemplo, teria sua área útil reduzida em apenas 1% (EMBRAPA, 1996).

2.1.3.6 Plantas invasoras

As pastagens tropicais no Brasil são implantadas em condições diversas, variando dos plantios em solos bem preparados e adubados à sementeira direta, a lanço, em áreas recém-derrubadas após a queima e sem preparo do solo. Entretanto, deve-se ter em mente que um bom estabelecimento da pastagem será determinante para a sua produtividade e persistência futuras.

Segundo Macedo e Zimmer (1993), a ocorrência de invasoras arbustivas, em pastagens degradadas dos cerrados, tem sido relacionada, principalmente, ao método de abertura da vegetação natural. Observa-se que nas glebas abertas com lavouras e onde houve preparo do solo mais elaborado, com aração e gradagens, o retorno das invasoras não é tão intenso, quando comparado com glebas abertas com a derrubada da vegetação, queima e apenas uma gradagem.

As plantas invasoras devem ser vistas mais como uma consequência da degradação das pastagens do que como uma causa, uma vez que, devido ao seu comportamento oportunista, ocupam espaços deixados pelas plantas forrageiras. Em função da alta eficiência que a maioria dessas plantas apresenta em translocar nutrientes durante a senescência das folhas (principalmente P e N) e em concentrar P na matéria seca (MS), quando comparadas com algumas gramíneas forrageiras, essas espécies podem desempenhar um importante papel em seqüestrar o P do solo. Dessa forma, contribuindo para a redução da sua disponibilidade para as plantas forrageiras (Dias Filho, 1998).

2.1.3.7 Clima

A estacionalidade de produção de forragem, provocada, principalmente, pela condição climática, é importante quando se discute o seu papel na deterioração das pastagens. Caso as espécies não estejam aclimatadas às condições do meio, os efeitos dos fatores climáticos se farão sentir na incapacidade de produção de sementes, limitando a persistência das mesmas (Jones, 1983).

Os três fatores climáticos que interagem sobre o germoplasma forrageiro são: a temperatura, a precipitação pluviométrica e a radiação solar. Dentre estes, o de maior expressão, influenciando na distribuição geográfica e na diversidade

das plantas, é a temperatura, cuja importância aumenta do trópico (menos variável) para as maiores latitudes, em virtude das oscilações diárias e estacionais (Fageria, 1989; Rocha, 1991).

2.2 Critérios para avaliação do grau de degradação

Em função do dinamismo do processo de degradação, torna-se bastante difícil precisar o momento de intervir no processo e qual alternativa de recuperação pode ser facilmente utilizada. Isso ocorre devido a diversidade das espécies em função de suas características morfológicas e dos ecossistemas em que são cultivadas.

De acordo com Vieira e Kichel (1995), por experiência profissional acerca do potencial produtivo das espécies forrageiras, o estado de degradação da pastagem pode ser facilmente identificado e avaliado pela observação de algumas características, como baixa disponibilidade de forragem; fraca capacidade de rebrota, mesmo sob condições climáticas favoráveis; presença de áreas sem vegetação; lotação muito alta para o potencial de produção da forrageira presente; ganho de peso do animal abaixo do razoável para a categoria; presença de invasoras e pragas; compactação; sinais de erosão e de deficiências minerais.

Já Nascimento Júnior et al. (1994) estabeleceram quatro categorias, baseados na produção de forragem no período de crescimento, sob manejo prático: excelente, quando produz de 75% a 100% de toda a forragem; boa, quando produz de 50% a 75% de toda a forragem; razoável, quando produz de 25 a 50% de toda a forragem; pobre, quando produz menos que 25% de toda a forragem. Tais critérios (quantitativos) são práticos e de fácil aplicação. Assim, numa pastagem considerada "boa", apenas o ajuste animal pode promover a sua regeneração, ao passo que roçadas e vedações podem ser recomendadas para

pastagens “razoáveis” . Em último caso, para pastagens “pobres”, deve-se recorrer a métodos mais contundentes de recuperação ou renovação.

2.3 Estratégias de recuperação de pastagens degradadas

A condição essencial para se proceder à recuperação da pastagem é a presença de uma população adequada de plantas forrageiras. Caso isso não ocorra, há necessidade de refazê-la totalmente.

Entretanto, a falta de um planejamento apropriado antes do estabelecimento e, posteriormente, o manejo inadequado têm sido vistos como as principais causas do processo de degradação das pastagens (Serrão e Homma, 1982; Burrows, 1993).

2.3.1 Manejo da pastagem

O processo de degradação das pastagens pode ser reversível quando medidas controladoras, tais como redução na taxa de lotação, vedação da pastagem em épocas estratégicas, controle de plantas invasoras, etc., são tomadas logo após o surgimento dos primeiros sinais de degradação (Carvalho,1993).

Segundo Corrêa (1999), a altura do resíduo pós-pastejo é um indicador prático para se evitar o sub e o superpastejo, sendo variável com a espécie forrageira, de acordo com suas características morfofisiológicas. Altas taxas de lotação resultam em dominância de espécies estoloníferas sobre cespitosas e, em pastagens consorciadas, de leguminosas sobre gramíneas (Roberts, 1980). O acompanhamento da capacidade de suporte da pastagem permite antecipar as etapas mais graves do processo de degradação. Assim, se trabalhos de avaliação de pastagens com animais levarem em consideração a pressão de pastejo e a

respectiva capacidade de suporte, aqui subentendida como taxa de lotação na pressão de pastejo ótima, podem-se estabelecer correlações entre as propriedades dos solos, alterações climáticas, produção vegetal e produção animal, para faixas de produção sustentáveis preestabelecidas (Macedo, 1995).

Em áreas de solos argilosos e com elevadas precipitações há um aumento da compactação do solo, acarretando em maiores perdas por erosão (Reátegui et al., 1990). A reciclagem de nutrientes é acelerada (Mott, 1974), porém, devido ao maior número de excreções por área e a sua distribuição desuniforme pela pastagem, as perdas de nutrientes por volatilização e lixiviação também aumentam.

2.3.2 Controle de plantas invasoras

O controle de plantas invasoras, visando à recuperação da pastagem, normalmente inclui práticas que impedem a sua rebrotação, tais como a roçada, o arranquio ou o uso de herbicidas. A roçada e o arranquio podem ser feitos manual ou mecanicamente. A roçada pode ter influência reduzida no potencial de reinfestação, uma vez que algumas dessas espécies podem apresentar atributos ecofisiológicos que, mesmo em condições desfavoráveis, proporcionam a sua longevidade e a germinação das suas sementes (Dias Filho, 1998). Por outro lado, o uso de tratores de esteira e a aplicação de herbicidas podem levar a área a uma dependência de práticas pouco intensivas de aplicação de insumos para manter a produtividade.

Segundo Macedo e Zimmer (1995), em trabalhos realizados na EMBRAPA-CNPQC para recuperação de pastagens degradadas de braquiária nos cerrados, o emprego de grade aradora, com ou sem adubação superficial, não foi eficiente para impedir o retorno da vegetação nativa.

2.3.3 Melhoria da fertilidade do solo

Há uma estreita relação entre a fertilidade do solo e a produtividade da pastagem. Assim, o manejo do solo para aumentar a sustentabilidade de pastagens cultivadas vem sendo baseado em práticas que maximizam a ciclagem de nutrientes, minimizam as perdas e priorizam a entrada desses nutrientes no sistema como, por exemplo, pelo emprego de adubações química e orgânica, compatíveis com as condições ecológicas e sócio-econômicas da área.

De acordo com Pereira (1986), a importância da adubação não deve refletir apenas sobre o rendimento de forragem; é de se esperar que as plantas bem nutridas mantenham sempre, e por mais tempo, uma cobertura adequada do solo, dificultando o aparecimento de plantas invasoras e sejam mais resistentes às secas, geadas, pragas e doenças. Este mesmo autor cita que as gramíneas forrageiras, de uma maneira geral, apresentam elevado potencial de resposta à adubação, que é mais acentuada quanto maior for a exigência das gramíneas e à presença ou não de leguminosas em consórcio. Neste caso, as braquiárias são bem adaptadas a solos de baixa fertilidade.

O N é o nutriente que limita com maior frequência os rendimentos, tanto nos trópicos como em regiões temperadas. A principal fonte de N para as plantas é a matéria orgânica do solo. Inicialmente, o N orgânico é convertido pelo processo de mineralização em NH_4^+ e, posteriormente, pela nitrificação em NO_3^- , que são as formas iônicas comumente absorvidas pelas plantas. O N é necessário para a manutenção da produtividade das pastagens, tendo efeito preventivo contra a sua degradação (Malavolta e Paulino, 1991; Sanzonowicz, 1986).

A deficiência de N na pastagem pode ser corrigida por meio do emprego da adubação química ou fixação biológica do N atmosférico por leguminosas. A aplicação de N somente é justificada se a cobertura do solo pela gramínea forrageira for boa e é mais apropriada para sistemas intensivos de produção

animal a pasto, onde são, então, obtidos altos níveis de produtividade (Carvalho, 1993). Outras formas de entrada de N no ecossistema da pastagem são por meio do arraste do NH_4^+ e NO_3^- da atmosfera; da fixação simbiótica (rizóbio x leguminosa) e assimbiótica; adição de fertilizantes sintéticos e excreções dos animais em pastejo (Spain e Salinas, 1985). Por outro lado, as perdas ocorrem por lixiviação, erosão, volatilização, queimadas e remoção principalmente nas formas de leite e carne.

Martinez e Haag (1980) observaram que a *B. decumbens* foi a espécie que apresentou a maior capacidade de perfilhamento, exceto na ausência da adubação fosfatada. Nesse caso, as três espécies (*B. decumbens*) praticamente não perfilharam. Essa elevada capacidade de perfilhamento da *B. decumbens* é responsável, em parte, pela rapidez de estabelecimento e pela boa cobertura de solo observadas para esta espécie, nas mais variadas condições de fertilidade de solo. Essa mesma observação foi feita por Guss (1988), em um estudo de resposta ao P com quatro espécies do gênero *Brachiaria* em casa de vegetação.

O P desempenha papel importante no crescimento do sistema radicular, bem como no perfilhamento das gramíneas, o que é fundamental para maior produtividade das forrageiras. Em latossolo vermelho-amarelo a deficiência de P é um dos fatores que mais limitam o estabelecimento das plantas forrageiras. Carvalho et al. (1994) observaram que o estabelecimento de *Setaria anceps* Stapf ex Massey foi consideravelmente antecipado em resposta à aplicação de doses crescentes de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples.

Para plantas perenes, como a maioria das forrageiras, verifica-se que os níveis críticos de P no solo e na planta diminuem acentuadamente com o avanço da idade das plantas (Novais et al., 1982). Torna-se, assim, essencial a estimativa dos níveis críticos de P em cada fase do crescimento das plantas. Dessa forma, o manejo da adubação deve constituir-se de uma adubação de implantação ou de "arranque" e outra de manutenção da produtividade (Barros

et al., 1996), suprindo adequadamente a demanda das plantas ao longo do seu ciclo e obtendo produções desejável e estável no longo prazo.

Salinas e Sanchez (1982), após revisão de literatura, concluíram que existem evidências de que ocorrem diferenças consideráveis entre espécies e variedades com respeito ao nível crítico externo de P (quantidade de P na solução do solo relacionada a altas produções) e ao nível crítico interno de P (quantidade de P na planta relacionada a altas produções). Segundo os autores, existem cinco mecanismos principais para tentar explicar essas diferenças: extensão das raízes, exsudação das raízes, influência de micorrizas, equilíbrio de nutrientes e diferenças nas taxas de absorção e translocação do P em relação ao crescimento. Este último é o mais importante, sem excluir os demais.

A determinação dos níveis críticos de P no solo e na planta é importante para o estabelecimento das doses de P a serem recomendadas e para a avaliação do estado nutricional das plantas. Esses níveis, porém, são bastante variáveis com as espécies, condições edafoclimáticas (temperatura, luminosidade, disponibilidade hídrica, tipo de solo), disponibilidade de outros nutrientes, manejo da adubação (forma, tipo e época de aplicação de fertilizantes), forma de amostragem do solo e idade da planta (Bates, 1971; Alvarez, 1996).

O N e o P têm forte ação sinérgica no crescimento das plantas, pelas próprias funções metabólicas que desempenham (metabolismo energético, protéico, enzimático e estrutural), ou seja, a disponibilidade de um interfere na absorção do outro. O maior comprimento de raízes finas, com exploração de maior volume de solo, correlaciona-se com a maior absorção do P, já que este nutriente é transportado no solo basicamente por difusão (Marschner, 1995; Novais e Barros, 1997).

2.3.4 Introdução de outras espécies

As forrageiras diferem de forma acentuada em suas diversas características. Este é um aspecto atualmente muito enfatizado pela equipe de pastagens da EMBRAPA-CNPQC no sentido de se evitar as monoculturas nas pastagens, fazendo-se a diversificação com o máximo possível de espécies e variedades com características e aptidões distintas (Vieira, 1993; Euclides, 1993).

Talvez a razão mais óbvia para a diversificação seja a que diz respeito à susceptibilidade de algumas forrageiras às cigarrinhas das pastagens, de modo que a utilização de materiais tolerantes ou resistentes a esta praga seria uma alternativa de baixo custo e de fácil aplicação (Valério e Koller, 1993). Plantios simultâneos de forrageiras com alguma modalidade de resistência como *B. bryantha* cv. Marandu, *A. gayanus*, espécies do gênero *Paspalum* ou *P. maximum* cv. Tanzânia-1, atenuariam os danos causados pela cigarrinha das pastagens, possibilitando movimentação de animais de uma área para outra. Também a fotossensibilização hepatógena (Schenk e Schenk, 1979), comum em animais jovens pastejando capim-braquiária, constitui forte razão para o plantio de outras espécies, para onde os animais afetados possam ser transferidos.

2.3.5 Uso de culturas anuais

A rotação de pastagens com culturas anuais consiste em cultivar o solo com estas últimas e após algum tempo de uso introduzir uma forrageira. O tempo necessário de rotação com cultivos anuais está diretamente ligado ao tipo de cultura empregada, ou combinação de lavouras, o grau de infestação por invasoras, as características da espécie forrageira a ser implantada posteriormente e, acima de tudo, um monitoramento das características físicas,

químicas e biológicas do solo. Geralmente são utilizados de um a quatro anos, como é o caso bastante comum empregado na Argentina e Uruguai (rotações de cultivos anuais com praderas – mescla de leguminosas e gramíneas forrageiras que, além de opção alimentar aos animais, funciona como melhoradora e estruturadora dos solos) (Calegari, 1993).

Em trabalhos realizados na EMBRAPA-CNPGC, o efeito residual da adubação foi superior nas pastagens recuperadas com a cultura do milho, porém a amortização dos custos de produção foi superior com o uso da cultura do arroz (Miranda et al., 1998 e Kichel et al., 1998). Além disso, o uso da adubação química e corretivos do solo fornecidos para a cultura, além de proporcionar uma boa produtividade desta, deixará resíduos para a nova pastagem, implicando em ganhos na produção.

Diaz et al. (1980), após dezessete anos de estudos em solo cultivado anualmente, concluíram que o conteúdo da matéria orgânica diminuiu e que a inclusão de gramíneas e leguminosas reverteu a situação. No entanto, a persistência destes efeitos foi menos duradoura que os originados em muitos anos de crescimento de uma pastagem natural; que o efeito das pastagens em diminuir a erosão foi uma ferramenta de primeira ordem em um programa de conservação de solos e água e que é importante considerar o tipo de solo e a intensidade de uso do mesmo, adequando-o ao tipo de produção planejada.

2.3.6 Uso de equipamentos agrícolas

O homem, auxiliado pelos implementos agrícolas, modifica o solo com a intenção de alcançar objetivos pré-definidos que possibilitem sob uma ótica econômica, o melhor desenvolvimento das culturas (Dias Filho, 1998).

Cooper (1971), Kepner et al. (1972), Ortiz-Cañavate e Hernanz (1989) e Carvalho (1990) dão um enfoque mais generalizado ao preparo do solo,

destacando como objetivos principais: promover uma estrutura de solo desejável para o leito da sementeira (uma estrutura granular é desejável por permitir rápida infiltração e uma boa retenção da água das chuvas; ao mesmo tempo que promove uma adequada capacidade de troca gasosa entre o solo e a atmosfera e minimiza a resistência à penetração de raízes); controlar as ervas daninhas e remover as plantas indesejáveis; manejar resíduos de plantas; incorporar a mistura de fertilizantes, pesticidas e corretivos com o solo; modificar a topografia; controlar pragas e doenças; promover a separação do solo de outros materiais indesejáveis como pedras, tocos, raízes.

Normalmente, a prática mais utilizada pelos fazendeiros da região é a gradagem, que proporciona efeitos positivos somente a curto prazo com posterior degradação. Não se deve arar o solo em maior profundidade do que o necessário. Assim, a profundidade de preparo do solo deve ser modificada em cada período de cultivo. Se a camada compactada estiver a menos de 30 cm de profundidade, ela pode ser rompida com arado de aivecas ou arado escarificador, atuando nesta profundidade (Castro e Lombardi Neto, 1992)

O arado de aiveca corta, eleva, inverte e reduz, parcial ou totalmente, as leivas, que ficam dispostas lado a lado; já o arado de discos é menos vulnerável a estas obstruções, pois o movimento giratório dos discos faz com que eles girem sobre o solo e a vegetação, cortando-os (Gadanha Júnior et al., 1991). Este mesmos autores referem-se ao escarificador como sendo um implemento que promove a desagregação do solo de baixo para cima, atingindo profundidade maior do que a do arado de discos. Por este motivo, o escarificador é utilizado para romper camadas compactadas oriundas da ação do arado e também de grades pesadas.

São muitas as vantagens do escarificador em relação à conservação do solo, já que os restos vegetais permanecem na superfície, diminuindo o arraste superficial da água e terra. Contudo, seu uso ainda restrito pode ser atribuído ao

pouco conhecimento de suas qualidades por parte dos agricultores, e ao menor controle de plantas daninhas em relação aos arados e grades, já que não há inversão e enterrio da camada superficial do solo e à sua capacidade operacional que é, em média, 10% menor que a das grades (Hoogmoed e Dersch, 1985).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, localizada na região fisiográfica do sul do estado de Minas Gerais, estando geograficamente definida pelas coordenadas 21°14' 30'' de latitude sul e 45°00'10'' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 918m (Brasil,1992).

3.2 Histórico da área

A área experimental é uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em 1981, tendo sido implantada como pastagem consorciada da gramínea com a leguminosa *Desmodium uncinatum* (Jacq.). Esta espécie persistiu na área até por volta de 1994, porém sempre com reduzida participação na composição botânica da pastagem.

A pastagem não recebeu adubações de manutenção, tendo sido gradualmente ocupada por outras gramíneas cultivadas e nativas, leguminosas nativas e cultivadas e plantas invasoras. Em 1998, ano de implantação deste experimento, a pastagem estava invadida por outras espécies forrageiras cultivadas e nativas, plantas invasoras e entre 15 a 20% de solo descoberto.

3.3 Caracterização climática

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região de Lavras é do tipo Cwa, subtropical, tendo duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março, caracterizado por um total de chuvas no mês mais seco de 23,4mm e no mês mais chuvoso de 295,8mm, e precipitação total anual de 1529,7mm (Brasil, 1992), e sendo a temperatura média do mês mais quente de 22,1°C e a do mês mais frio de 15,8°C, tendo uma temperatura média anual de 19,4°C (Vilela e Ramalho, 1979).

No período experimental, a precipitação pluviométrica ocorrida foi de 2845 mm. As médias mensais de precipitação pluviométrica e temperatura ocorridas no período experimental, de outubro de 1998 a maio de 2000, foram fornecidas pela área de Agrometeorologia de Departamento de Engenharia e oriundos da Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e encontram-se nas Figuras 1 e 2.

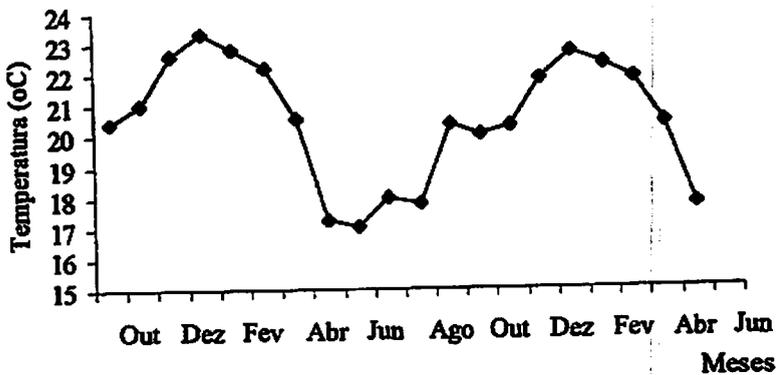


FIGURA 1. Temperaturas médias mensais no período de outubro de 1998 a maio de 2000, UFLA, Lavras- MG.

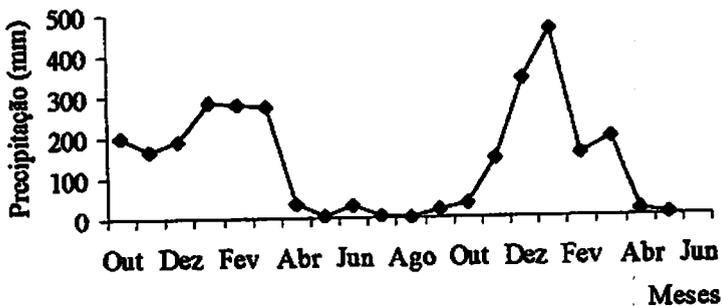


FIGURA 2. Precipitação pluviométrica mensal ocorrida durante o período de outubro de 1998 a maio de 2000, UFLA, Lavras- MG.

3.4 Implantação do experimento

Em agosto de 1998 foi feita a análise do solo, classificado como Latossolo Vermelho Escuro, textura muito argilosa. O objetivo da análise foi o de avaliar suas características físico-químicas para a recomendação da correção e adubação para a condução do experimento. Os resultados analíticos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados das análises de solo da área experimental

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO
PH em água	5,4	Acidez média
P (mg/dm ³)	1	Muito baixo
K ⁺ (mg/dm ³)	133	Muito bom
Ca ²⁺ (cmol./dm ³)	1,4	Médio
Mg ²⁺ (cmol./dm ³)	1,0	Bom
Al ³⁺ (cmol./dm ³)	0,2	Muito baixo
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol./dm ³)	6,3	Alta
S-SO ₄ (mg/dm ³)	8,7	Médio
t (cmol./dm ³)	2,9	Médio
T (cmol./dm ³)	9,0	Bom
m (%)	6,9	Muito baixo
V (%)	30	Baixo
M.O. (dag/kg)	4,76	Bom
Argila (%)	69,0	
Areia (%)	14,0	
Silte (%)	17,0	

*Análises efetuadas nos Laboratórios de Análise de Solo do DCS-UFLA.

No mês de outubro 1998 foi feita a demarcação da área experimental, juntamente com o isolamento da mesma. Posteriormente, identificou-se as espécies invasoras presentes, eliminando-se os cupinzeiros e formigueiros. No mês de novembro foi feito um corte de uniformização da vegetação na área, com roçadeira costal motorizada, a 10 cm do solo e em dezembro aplicaram-se os tratamentos físicos e químicos do experimento.

3.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e doze tratamentos dispostos em parcelas subdivididas.

Os tratamentos grade intermediária (G), escarificador (E) e testemunha (T) sem tratamento físico foram alocados nas parcelas e as aplicações de N, P, N + P e testemunha (sem tratamento químico) foram efetuadas nas subparcelas.

A adubação, baseada nos resultados da análise de solo, constou da aplicação de 100 kg/ha de N, como sulfato de amônio; 100 kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato simples; a combinação de 100 kg/ha de N mais 100 kg/ha de P_2O_5 e a testemunha, no segundo ano essa adubação foi repetida. A calagem e a adubação potássica foram dispensadas, devido ao baixo conteúdo de Al e alta concentração de K na área experimental.

3.6 Dimensões do experimento

Os quatro blocos compreendiam 324 m² cada, sendo a área dos carregadores de 32 m², totalizando uma área de 1.296 m². As três parcelas de cada bloco foram constituídas de quatro subparcelas. Cada parcela ocupava uma área de 108 m².

Cada uma das 48 subparcelas apresentava 9 m de comprimento por 3 m de largura, com área total de 27 m². As bordaduras das subparcelas foram constituídas de 1m de cada cabeceira e 0,5 m de cada lado. Portanto, a área útil de 14 m².

3.7 Parâmetros avaliados

3.7.1 Rendimento de massa verde

Foram efetuados quatro cortes (abr/99, dez/99, fev/00, abr/00) com roçadeira costal motorizada. Após o corte do material da área útil, cerca de 10 cm acima do solo. A forragem era imediatamente pesada no próprio local, utilizando-se uma balança do tipo dinamômetro para se determinar a produção de massa verde (MV).

3.7.2 Composição botânica

Do material colhido de cada subparcela foi tomada uma amostra de cerca de 2,0 kg e separada manualmente em quatro componentes: *Brachiaria decumbens*, outras gramíneas, leguminosas e plantas invasoras. O objetivo era avaliar a composição botânica da forragem produzida e a recuperação da braquiária submetida aos diferentes tratamentos.

3.7.3 Teor e rendimento de matéria seca

Após a separação botânica de cada amostra e a determinação do peso verde de cada componente, os mesmos foram identificados e colocados em sacos de papel perfurados e identificados. Em seguida, foram levados para estufas de

ventilação forçada a 65°C, por um período de 72 horas, obtendo-se, então, o peso seco das amostras e o teor de MS da forragem verde.

O rendimento de massa verde corrigido pelo teor de MS estima o rendimento de MS de cada componente da composição botânica, da área experimental, sendo extrapolado para ha. Após a obtenção dos pesos secos, o componente plantas invasoras foi descartado e os outros três (*B. decumbens*, outras gramíneas e leguminosas) foram misturados e moídos em moinho do tipo Willey, com peneira de 30 mesh, acondicionados em potes plásticos para posteriores análises.

3.7.4 Teor de N total para estimativa da PB

Os teores de N total para a estimativa da proteína bruta (PB) na MS foram determinados por meio do método macro Kjeldahl, segundo Silva (1998).

3.7.5 Concentrações de FDN e de FDA

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) na MS foram determinados segundo o método de Van Soest, de acordo com Robertson e Lewis (1991).

3.7.6 Teores de minerais

Os teores de minerais foram determinados pelo método da digestão nitroperclórica, de acordo com Zaroski e Burau (1977). Assim, Ca, Mg, Zn e Cu foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica; o P por colorimetria (Braga e Defelipo, 1974); o K por fotometria de chama (Malavolta,

Vitti e Oliveira, 1989) e o S por turbidimetria (Blanchar, Rehm e Caldewell, 1965).

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos de cada variável foram submetidos a análises estatísticas das médias sendo estas processadas em computador, com o auxílio do pacote computacional “Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas” (Euclides, 1987).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij} + t'_k + tt'_{jk} + e_{ijk}$$

sendo:

Y_{ijk} - observação referente ao tratamento físico i , adubação nitrogenada k , adubação fosfatada k no bloco j ;

μ - média geral;

t_i - efeito do nível i do fator A das parcelas, com $i = 1,2,3$;

b_j - efeito do bloco j , com $j = 1,2,3,4$;

e_{ij} - erro experimental associado às parcelas;

t'_k - efeito do nível k do fator B das subparcelas, com $k = 1,2,3,4$;

tt'_{jk} - efeito da interação do nível i do fator A com o nível k do fator B;

e_{ijk} - erro experimental associado às subparcelas, considerados independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância constante.

Quanto houve efeito significativo dos fatores em estudo procedeu-se a comparação das médias dos tratamentos físicos usando-se o teste de Tukey (1%), e dos fatores N e P utilizou-se o teste F. No caso de interação significativa procedeu-se o seu desdobramento, estudando os níveis de um fator dentro de

cada nível do outro fator, com posterior comparação das médias de modo idêntico ao descrito na frase anterior.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de matéria seca

4.1.1 *Brachiaria decumbens*

A análise de variância dos dados do primeiro corte demonstrou ter havido efeito significativo da interação do efeito do fósforo (P) e tratamento físico (M), bem como da adubação nitrogenada para a variável produção de MS de *Brachiaria decumbens* ($P < 0,01$). A adubação com N aumentou a produção de MS de 322,078 kg/ha para 632,670 kg/ha ($P < 0,01$). O desdobramento da interação fósforo (P) x tratamento físico (M) pode ser observado na Tabela 2. O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 1A, em anexo.

TABELA 2. Valores médios (kg/ha) da produção de MS da *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no primeiro corte.

P	M		
	Gradagem	Escarificação	Testemunha
0	483,34Aab	236,64Bb	705,50Aa
1	482,37Aa	506,65Aa	477,48Ba

a, b na linha- efeito de tratamento físico dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna- efeito do P dentro de cada tratamento físico ($P < 0,01$) (teste de Tukey).

A análise de variância do segundo corte demonstrou que houve efeito significativo da interação entre P e N na produção de MS de *B. decumbens* bem como dos fatores isolados (Tabela 1A). Os valores médios podem ser observados na Tabela 3. Nota-se que a adubação nitrogenada associada a fosfatada propiciou maior produção de MS. Na ausência de P, não houve efeito do N.

TABELA 3. Valores médios (kg/ha) da produção de MS da *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no segundo corte.

P	N	
	0	1
0	251,30Ab	292,42Ba
1	450,18Ab	1.335,83Aa

a, b na linha- efeito do N dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna- efeito de P dentro de N ($P < 0,05$) (teste de Tukey).

No terceiro corte, de modo semelhante ao primeiro, a produção de MS de *B. decumbens* foi influenciada significativamente tanto pela interação entre fósforo (P) e tratamento físico (M) ($P < 0,05$), quanto pela adubação nitrogenada ($P < 0,01$). A adubação nitrogenada resultou em uma produção de MS de 1.168,91 kg/ha, superior a 800,40 kg/ha das parcelas que não receberam N. O desdobramento da interação P x tratamento físico (M) pode ser observado na Tabela 4. Nos tratamentos grade e escarificador, a aplicação de P resultou em produções maiores que na ausência de P, já na testemunha não houve efeito da adubação fosfatada.

TABELA 4. Valores médios (kg/ha) da produção de MS da *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no terceiro corte.

P	M		
	Gradagem	Escarificação	Testemunha
0	995,01Ba	838,37Ba	921,91Aa
1	1.287,99Aab	1.500,16Aa	1.047,40Ab

a, b na linha – efeito de tratamento físico dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna – efeito de P dentro de cada tratamento físico ($P < 0,01$) (Teste de Tukey).

Na análise de variância do dados do quarto corte observou-se que apenas o N influenciou a produção de MS de *B. decumbens*. A adubação nitrogenada resultou em produção de 288,70 kg/ha, superior ao total de 207,73 kg/ha das parcelas que não receberam N.

Os resultados demonstraram haver, já no primeiro corte, uma resposta rápida da produção de *B. decumbens* à adubação nitrogenada. Neste corte a aplicação de N praticamente dobrou a produção de MS (de 322,078 para 632,670 kg/ha). De maneira contrária, os tratamentos físicos parecem ter sido deletérios à *B. decumbens*, especialmente o tratamento com escarificador (E) (Tabela 2), sem adubação com P, que reduziu a produção de forragem em relação à testemunha.

No segundo corte, a aplicação de N sem P resultou em um incremento da produção de forragem, enquanto a aplicação do P, isoladamente, não influenciou esta variável. A associação do P e N proporcionou resposta significativa e numericamente expressiva frente aos outros tratamentos (Tabela 3).

No terceiro corte, houve interação entre tratamento físico e P. O tratamento físico só influenciou a produção de *B. decumbens* quando associado à adubação com P. Neste corte, o tratamento com escarificador resultou em maior produção de forragem quando comparado à testemunha, sendo que o tratamento com grade não diferiu destes dois outros tratamentos (Tabela 9). A aplicação de P parece ter reduzido o impacto negativo dos tratamentos físicos evidenciados no primeiro corte. A aplicação de N, neste corte, também resultou em maior produção de forragem quando comparada às parcelas que não receberam N.

No quarto corte, apenas o N influenciou a produção de forragem de *B. decumbens*, quando comparado às parcelas que não receberam N.

Como observado, o N foi o único a influenciar positivamente a produção de MS da *B. decumbens* em todos os cortes. Sanzonowicz (1986) relatou que em pastagens estabelecidas há cinco anos ou mais, foi observado que o principal

nutriente que limitava as pastagens de *B. decumbens* era o N. Paulino et al. (1995) também observaram que a adubação nitrogenada teve um efeito positivo sobre a produção de MS de *B. decumbens*.

Os resultados também concordam com os observados por Vilela et al. (1989) que não obtiveram benefício das gradagens mais a adição de 1,0 t/ha de calcário, 80 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O . Porém, quando foram adicionados 40 kg/ha de N houve aumento da forragem disponível de *B. decumbens*, por ocasião da segunda amostragem.

Embora a aplicação de N tenha resultado em maior produção de MS, a associação do N com o P no segundo corte, propiciou respostas maiores que as observadas para o N isoladamente. O efeito positivo da associação de N e P foi observado por Soares Filho et al. (1992). Estes autores, avaliando o efeito de tratamentos físicos, químicos e manejo (T1: testemunha; T2: macro e microtruíentes + N; T3: gradagem; T4: gradagem + macro e micronutrientes sem N), sobre a recuperação de pastagens de *B. decumbens* em um solo podzólico vermelho-amarelo distrófico, no estado de São Paulo, observaram que em dois anos as produções acumuladas de MS da parte aérea e das raízes foram superiores para o tratamento com adubação completa (T2) e que a gradagem promoveu reduções destas variáveis, não recuperando a pastagem. Estes autores concluíram que a descompactação tem pouco efeito e que, de um modo geral, a aplicação de fertilizantes proporcionou melhores resultados.

Além do efeito da associação do N e P, os resultados de Soares Filho et al. (1992) contrariam a teoria de que o revolvimento de sub-superfície, com os arados escarificadores, poderia melhorar as condições de rebrota das plantas forrageiras, pela quebra das camadas sub-superficiais endurecidas ou compactadas pela ação do pisoteio.

De uma maneira geral, como observado pelos autores citados anteriormente, os tratamentos físicos não resultaram em efeitos significativos ou

reduziram a produção de Ms de *B. decumbens*. Carvalho (1976), estudando a compactação de solos sob pastejo, observou que o pisoteio causou um aumento da densidade do solo, mas este efeito não foi acumulado e que, após o período de descanso, houve uma redução desta densidade, o que o autor chamou de regeneração natural da compactação. A decomposição de restos vegetais e excreções animais, que melhoram a atividade microbiológica do solo, além da decomposição do sistema radicular ligado a perfilhos que morrem, podem ser, segundo o autor, os fatores responsáveis por este comportamento.

Também Carvalho et al. (1990), trabalhando com *B. decumbens*, obtiveram redução da produção de MS, quando foi utilizada a adubação acompanhada de tratamento físico. Estes autores atribuíram esta redução à maior destruição de plantas provocada pela aração. Essas observações estão de acordo com as do presente trabalho, uma vez que durante a aplicação dos tratamentos também foi observado que o tratamento físico provocava a exposição do sistema radicular e a destruição de algumas plantas, especialmente com o equipamento escarificador.

Apesar disso, no terceiro corte, a associação de P e tratamento físico resultou em efeito positivo para a produção de MS de *B. decumbens*. Sabe-se que a adubação com P estimula o crescimento do sistema radicular (Malavolta, 1989) e, provavelmente, o tratamento físico associado ao P favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular e o crescimento das plantas após dois cortes, a partir da aplicação do tratamento. No quarto corte contudo, esses efeitos não foram significativos, sugerindo que os mesmos não são mantidos ao longo do tempo.

A falta de resposta à adubação com P, isoladamente, pode estar relacionada à tolerância de *B. decumbens* a baixos níveis deste mineral no solo, conforme verificado por Corsi e Nussio (1993). Pereira (1986) relata que inúmeros trabalhos demonstram que a *B. decumbens* não requer aplicações de

altos níveis de P, pois é considerada uma planta capaz de vegetar em solos com baixos teores de P disponível.

4.1.2 Outras gramíneas

Não houve efeito significativo dos tratamentos na produção de MS de outras gramíneas no primeiro corte. No segundo corte, a análise dos dados demonstrou ter havido influência significativa da interação entre N e tratamento físico (M) ($P < 0,05$), bem como da interação entre adubação com P e com N ($P < 0,05$). Os desdobramentos das interações podem ser observados nas Tabelas 8 e 9. O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 2A em anexo.

As outras gramíneas presentes no experimento foram: *Andropogon bicornis* (capim- rabo de burro), *Brachiaria humidicola* (capim- agulha ou quicuío-da-Amazônia), *Paspalum notatum* (grama batatais ou forquilha), *Aristida pallens* (capim- barba-de-bode).

TABELA 5. Valores médios (kg/ha) da produção de MS de outras gramíneas em função dos níveis de N nos diferentes tratamentos físicos, no segundo corte.

N	M		
	Gradagem	Escarificação	Testemunha
0	23,92Ba	12,07Aa	39,85Ba
1	114,44Aa	46,65Ab	163,47Aa

a, b na linha - efeito de tratamento físico dentro de N ($P < 0,01$); A, B na coluna - efeito do N dentro de cada tratamento físico ($P < 0,01$) (Teste de Tukey).

TABELA 6. Valores médios (kg/ha) da produção de MS de outras gramíneas em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no segundo corte.

P	N	
	0	1
0	26,52Ab	79,16Ba
1	24,03Ab	137,22Aa

a, b na linha – efeito do N dentro de P ($P < 0,01$); A,B na coluna – efeito de P dentro de N ($P < 0,05$) (Teste de Tukey).

A produção de MS de outras gramíneas no terceiro corte foi influenciada significativamente tanto pela adubação com N ($P < 0,01$) quanto com P ($P < 0,05$). A produção de MS das parcelas que receberam N foi superior àquelas que não o receberam (375,12 kg/ha x 181,80 kg/ha). As parcelas adubadas com P apresentaram uma produção de MS de 390,34 kg/ha contra 166,58 kg/ha das parcelas que não receberam.

No quarto corte a produção de MS de outras gramíneas foi influenciada pelo tratamento físico ($P < 0,01$). O tratamento físico com escarificador resultou em menor produção de MS (9,00 kg/ha) quando comparado ao testemunha (36,67 kg/ha), sendo que o tratamento com grade intermediária (19,23 kg/ha) não diferiu dos demais.

O efeito dos tratamentos na produção de MS de outras gramíneas foi observado apenas a partir do segundo corte. Neste, houve efeito do tratamento físico, mas apenas quando associado à adubação com N. O tratamento com escarificador e com N reduziu a produção de MS de outras gramíneas quando comparado à testemunha e grade aradora, também associado ao N, o que demonstra que, da mesma forma que observado para a produção de *B. decumbens*, o tratamento com escarificador prejudicou a resposta das outras gramíneas à adubação com N.

Confirmando o observado para a produção de *B. decumbens*, do segundo corte, a adubação com P, isoladamente, não afetou a produção de MS de outras gramíneas. Mas, quando associado ao N, o tratamento com P resultou em respostas expressivas, superiores àquelas observadas para a adubação de N isoladamente, que também aumentou significativamente a produção de MS de outras gramíneas (Tabela 6).

No terceiro corte, apenas as adubações com N e P resultaram em aumento da produção de MS de outras gramíneas. Tanto o N quanto o P, resultaram em aumentos consideráveis nesta variável.

No quarto corte evidenciado o efeito negativo do tratamento físico com escarificador (9,01 kg/ha) na produção de MS de outras gramíneas e, embora a grade (19,23 kg/ha) não tenha reduzido a produção de MS, não diferiu do tratamento testemunha (36,67 kg/ha), demonstrando não ter afetado esta variável.

O resultado da análise desta variável coincide com o observado para a produção de MS de *B. decumbens*, ou seja, uma maior resposta em produção de MS ao tratamento com adubação, enquanto que o tratamento físico com escarificador, no segundo e último cortes, por sua vez influenciou negativamente esta variável.

A resposta positiva ao P no segundo e terceiro cortes já era esperada, visto que as gramíneas são eficientes no aproveitamento deste elemento. Resultados obtidos por Morikawa (1993) indicaram que as principais limitações nutricionais de um latossolo, coletado na região dos Campos das Vertentes (MG) foram os baixos níveis de P, N, S e K e a ausência de calagem, posto que a omissão de P reduziu em 98% a produção de MS seca da parte aérea do braquiarião (*B. brizantha*) e andropogon (*A. gayanus*). De acordo com Carvalho (1985), um adequado suprimento de P no solo é essencial para o rápido e

eficiente estabelecimento das pastagens, em razão do importante papel que este nutriente desempenha no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das gramíneas.

4.1.3 Leguminosas

Não houve efeito significativo dos tratamentos na produção de MS de leguminosas ($P > 0,05$). As principais leguminosas presentes na área experimental foram as seguintes: *Desmodium carum* (carrapicho-beiço-de-boi) e *Neonotonia wightii* (soja perene).

4.1.4 Plantas invasoras

No primeiro corte, a produção de MS de plantas invasoras foi influenciada significativamente pela interação entre P e N ($P < 0,05$), conforme pode ser observado na Tabela 7. O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 3^A, em anexo. As principais invasoras presentes na área experimental foram as seguintes: *Pirostegia ignea* (cipó de São João), *Bahúinea sp.* (unha de vaca), *Striphnodendron barbatiman* (barbatimão), *Sida spp* (guanxuma).

TABELA 7. Valores médios (kg/ha) da produção de MS de outras gramíneas em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no primeiro corte.

P	N	
	0	1
0	74,71Aa	56,18Ba
1	81,88Ab	188,90Aa

a, b na linha – efeito do N dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna – efeito de P dentro de N ($P < 0,05$) (Teste de Tukey).

No segundo corte observou-se influência significativa da interação entre P e tratamento físico (M) ($P < 0,01$). Os dados são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Valores médios (kg/ha) da produção de MS da *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no segundo corte.

P	M		
	Gradagem	Escarificador	Testemunha
0	38,40Ba	30,24Aa	42,33 ^A a
1	112,66Aa	27,52Ab	26,57 ^A b

a, b na linha – efeito de tratamento físico dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna – efeito do P dentro de cada tratamento físico ($P < 0,01$) (Teste de Tukey).

No terceiro corte, a análise de variância dos dados demonstrou, de maneira semelhante ao segundo corte, efeito da interação do P e tratamento físico (M) na produção de MS de plantas invasoras ($P < 0,01$), que também foi influenciada significativamente pela adubação com N ($P < 0,05$). As parcelas que receberam a adubação nitrogenada apresentaram produção média de MS de plantas invasoras 72,59 kg/ha, comparada a 56,54 kg/ha das parcelas que não a

receberam. O desdobramento da interação P e M pode ser observado na Tabela 9.

TABELA 9. Valores médios (kg/ha) da produção de MS da *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no terceiro corte.

P	M		
	Gradagem	Escarificador	Testemunha
0	39,05Ba	28,68Aa	64,79Aa
1	157,59Aa	35,24Ab	64,34Ab

a, b na linha – efeito de tratamento físico dentro de P ($P < 0,01$); A, B na coluna – efeito do P dentro de cada tratamento físico ($P < 0,01$) (Teste de Tukey).

No quarto corte observou-se efeito significativo apenas dos tratamentos físicos na produção de MS de plantas invasoras ($P < 0,05$). A escarificação resultou em menor produção de MS (12,93 kg/ha) quando comparado ao testemunha (33,78 kg/ha), sendo que o tratamento com grade intermediária (23,77 kg/ha) não diferiu destes dois últimos.

O que se observa no primeiro corte é que a aplicação de N ou P, isoladamente, não afetou a produção de MS de plantas invasoras, porém quando associados, aumentaram-na, ou seja, estas espécies também se beneficiaram com o aumento no suprimento de nutrientes (Tabela 7).

Ao segundo corte, pode-se observar também que a correção de P associada à gradagem beneficiou o desenvolvimento de plantas invasoras, refletindo em maior produção de MS deste componente (Tabela 8). Adicionalmente, as plantas invasoras responderam positivamente ao N neste corte. Esta mesma resposta foi observada no corte três (Tabela 9).

No quarto corte houve uma redução na produção de MS de plantas invasoras nas parcelas que receberam o tratamento físico com escarificador. Se

se observar a produção de MS de *B. decumbens* ao terceiro corte verifica-se que houve um aumento desta em função do tratamento com escarificador associado ao P (Tabela 4). Este resultado sugere que, provavelmente, este tratamento permitiu maior vantagem competitiva da *B. decumbens* em relação às plantas invasoras e não um efeito direto do tratamento físico. Isto porque, em nenhum dos outros cortes, houve evidências de efeito deste tratamento físico sobre a redução de plantas invasoras.

A redução na produção de MS de invasoras, embora restrita apenas ao último corte, concorda com o observado por Vilela (1982). Segundo esse autor, o melhoramento de uma pastagem nativa do cerrado, obtido pela limpeza mecânica de invasoras com o uso da gradagem, resultou em aumento de 154 kg de peso vivo por hectare, por ano.

Os resultados não consistentes da redução da produção de MS de invasoras por meio de tratamentos físicos, também foram observados por Costa et al. (2000). Estes autores trabalharam com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Braquiarião) degradada, utilizando fontes de P. Os fertilizantes fosfatados foram aplicados após o rebaixamento da forragem por duas gradagens cruzadas. No que se refere ao componente invasoras, não foi observado efeito significativo de fontes de P, sendo o maior rendimento de MS de braquiarião registrado no tratamento testemunha. Resultados semelhantes para *B. decumbens* foram relatados por Ordoñez e Toledo (1985).

4.2 Teor de proteína bruta

Houve efeito significativo das interações entre nitrogênio (N) e tratamento físico (M) ($P < 0,05$) e entre fósforo (P) e tratamento físico (M) e fósforo (P) ($P < 0,05$) no primeiro corte. Os desdobramentos das interação podem

ser observados nas Tabelas 10 e 11. Os resumos das análises de variância são apresentados na Tabela 4A, em anexo.

TABELA 10. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no primeiro corte.

P	M		
	Gradagem	Escarificador	Testemunha
0	10,29Aa	10,71Aa	9,81Aa
1	9,94Aa	8,64Bb	9,08Aab

a, b na linha ; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 11. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de N nos diferentes tratamentos físicos, no primeiro corte.

N	M		
	Gradagem	Escarificação	Testemunha
0	9,46Ba	9,79Aa	9,69Aa
1	10,77Aa	9,56Ab	9,20Ab

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Ao segundo corte, o teor de PB na MS de *B. decumbens* foi influenciado significativamente pela interação tripla (P x M x N) (P<0,05). O desdobramento da interação pode ser observado nas Tabelas 12, 13 e 14.

TABELA 12. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) e fósforo (P), no segundo corte.

M	N=0		N=1	
	P=0	P=1	P=0	P=1
G	8,79a	9,93a	10,61a	8,87a
E	8,80a	9,75a	10,46a	8,91a
T	8,88a	9,65a	10,46a	8,96a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 13. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) dentro da adubação fosfatada (P) e do tratamento físico (M), no segundo corte.

N	P=0			P=1		
	G	E	T	G	E	T
0	8,76b	8,80b	8,88b	9,93a	9,75a	9,65a
1	10,65a	10,46a	10,46a	8,87b	8,91b	8,96b

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Não houve efeito significativo dos tratamentos físicos em cada combinação de N e P (Tabela 12). Na ausência de P (Tabela 13) houve um acréscimo no teor de PB quando da aplicação de N; o inverso ocorreu na presença de P. Fato semelhante ocorreu com o fósforo (P) (Tabela 14), que na ausência de N, propiciou maiores teores de PB do que na ausência de P.

TABELA 14. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de fósforo (P) dentro da adubação nitrogenada e do tratamento físico (M), no segundo corte.

P	N=0			N=1		
	G	E	T	G	E	T
0	8,79b	8,80b	8,88b	10,65a	10,46a	10,46a
1	9,93a	9,75a	9,65a	8,87b	8,89b	8,96b

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

No terceiro corte, o teor de PB na MS de *B. decumbens* foi influenciado apenas pela interação do tratamento com nitrogênio (N) e fósforo (P) (Tabela 4A). Os dados da Tabela 15, mostram que na presença de N, a aplicação de P, resultou numa redução significativa do teor de PB.

TABELA 15. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no terceiro corte.

P	N	
	0	1
0	6,96Bb	8,64Aa
1	7,94Aa	6,99Bb

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Assim como ocorreu no terceiro corte, no quarto e último corte o teor de PB na MS de *B. decumbens* foi influenciado somente pela interação do P com o N ($P < 0,01$). Os dados do desdobramento da interação podem ser observado na Tabela 16, mostra comportamento idêntico ao observado na Tabela 15.

TABELA 16. Valores médios do teor de PB, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no quarto corte.

P	N	
	0	1
0	6,88Bb	8,31Aa
1	7,50Aa	6,96Bb

a, b na linha ; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

No primeiro corte houve efeito do tratamento físico na concentração de PB na MS de *B. decumbens* apenas quando associado ao P ou ao N. O tratamento com grade associado ao P resultou em valor superior ao observado para o tratamento com escarificador, não diferindo do testemunha (Tabela 10). Quando associado ao N o tratamento com grade aumentou a concentração de PB na MS de *B. decumbens* em relação ao escarificador e à testemunha (Tabela 11). Estes resultados parecem indicar um efeito desejável do tratamento físico com grade se associado ao N, enquanto o tratamento com escarificador não influenciou esta variável quando comparado à testemunha.

No segundo corte o que se observou foi o efeito do N e do N associado ao P em interação com tratamento físico (M) (Tabelas 12, 13 e 14). A adubação somente com N, em qualquer um dos tratamentos físicos, aumentou a concentração de PB. Este efeito pode ter sido influenciado pela resposta ao N em crescimento da forragem, bem como ao fato de ser este mineral um componente indispensável na síntese de proteína. Quando associados N e P, em qualquer dos tratamentos físicos, houve uma redução da concentração de PB. Estes resultados podem estar relacionados à produção de MS de *B. decumbens* no segundo corte, em resposta à associação do N com o P que, sendo bastante expressiva, pode ter resultado em um efeito de diluição dos elementos na MS.

No terceiro e quarto cortes, os mesmos resultados foram observados. O N e P aplicados isoladamente aumentaram a concentração de PB, enquanto quando associados a resposta foi a redução na sua concentração (Tabelas 15 e 16). Este comportamento provavelmente está relacionado ao efeito citado no parágrafo anterior.

Os valores obtidos no presente estudo estão dentro do intervalo observado por Neves et al. (1980). Trabalhando com cultivares de braquiária, esses autores obtiveram valores médios de PB de 10,9 e 6,17%, para cortes aos 30 e 60 dias, respectivamente, após uniformização. Segundo Corsi (1996), a adubação nitrogenada resulta em mais N chegando à parte aérea da planta, possibilitando seu uso na síntese protéica, elevando o teor de PB na MS da planta.

Em uma revisão sobre valor alimentício das *Brachiarias spp*, Gomide e Queiroz (1994) encontraram valores inferiores de PB para a *B. decumbens* quando comparados com os deste trabalho. O teor de PB, dentre outros fatores, é influenciado pela idade da planta, pois quanto mais avança em seu estágio de maturação, menor a concentração de PB (Van Soest, 1994). O teor de N-total nos tecidos vegetais diminui progressivamente à medida que a planta vai atingindo estádios mais avançados de desenvolvimento (Corsi, 1984). Segundo Minson e Milford (1967), bovinos necessitam de uma dieta que contenha no mínimo 6% de PB na MS, valor inferior aos deste estudo, para que a atividade dos microorganismos do rúmen seja normal.

4.3 Teor de fibra em detergente neutro (FDN)

No primeiro corte, a análise de variância dos dados demonstrou haver efeito da interação tripla (P x M x N) no teor de FDN da *B. decumbens* indicando um comportamento diferenciado dos níveis de um fator quando na presença dos níveis dos outros fatores ($P < 0,05$). O desdobramento da interação pode ser observado nas Tabelas 17, 18 e 19.

TABELA 17. Valores médios do teor de FDN, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) e fósforo (P), no primeiro corte.

M	N=0		N=1	
	P=0	P=1	P=0	P=1
G	69,04a	71,97a	69,79a	69,92a
E	68,52a	70,38a	69,82a	72,86a
T	68,20a	63,35b	67,08a	70,30a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 18. Valores médios do teor de FDN, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) dentro da adubação fosfatada (P) e do tratamento físico (M), no primeiro corte.

N	P=0			P=1		
	M=1	M=2	M=3	M=1	M=2	M=3
0	69,04a	68,52a	68,20a	71,97a	70,38a	63,35b
1	69,79a	69,82a	67,08a	69,92a	72,86a	70,30a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Verificou-se que a testemunha apresentou menor teor de FDN, do que a grade e o escarificador na presença de P e ausência de N (Tabela 17). Nas demais combinações de N e P, não houveram diferenças significativas entre os tratamentos físicos.

O efeito do N somente foi expressivo na presença da adubação fosfatada e na testemunha (Tabela 18). Já o efeito da adubação fosfatada ocorreu na ausência de N e testemunha (Tabela 19).

TABELA 19. Desdobramento da interação do efeito da adubação fosfatada (P) dentro da adubação nitrogenada (N) do tratamento físico (M) no teor de PB (%) na MS da *B. decumbens*, no segundo corte.

P	N=0			N=1		
	G	E	T	G	E	T
0	69,04a	68,52a	68,20a	69,79a	69,82a	67,08a
1	71,97a	70,38a	63,35b	69,92a	72,86a	70,30a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

No segundo corte, apenas o tratamento com P influenciou o teor de FDN na MS de *B. decumbens* ($P < 0,05$). As parcelas que receberam a adubação fosfatada apresentaram valores de FDN superiores àquelas que não a receberam 72,34% e 70,31 %, respectivamente.

Nos cortes três e quatro não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o teor de FDN na MS de *B. decumbens*.

No primeiro corte os tratamentos físicos com grade e escarificador associados ao P resultaram em maior percentual de FDN na *B. decumbens* (Tabela 17). Da mesma forma, o N associado ao P no tratamento físico testemunha também aumentou o teor de FDN da *B. decumbens* (Tabela 18). Como observado na variável produção de MS de *B. decumbens*, os tratamentos físicos nos primeiros cortes aparentemente afetam o crescimento da gramínea:

portanto, é de se esperar que na parcela testemunha o N associado ao P tenha resultado em maior crescimento e avanço no estágio vegetativo e, conseqüentemente, maior deposição de parede celular.

No segundo corte, apenas a adubação com P influenciou a concentração de FDN de *B. decumbens*. As parcelas adubadas com P apresentaram maiores valores de FDN quando comparadas àquelas que não o receberam. Pode-se sugerir que a adubação com P estimulou o crescimento da forragem, provocando maior deposição de parede celular.

Os valores encontrados por Reis et al. (1990) são compatíveis com os deste trabalho. Por outro lado, Rodriguez et al. (1997) encontraram 78,30% de FDN na parte aérea, enquanto Morais et al. (1998) registraram valores de FDN variando de 73% a 84,14% de FDN na MS de *B. decumbens*, superiores aos do presente estudo.

4.4 Teor de fibra em detergente ácido (FDA)

O teor de FDA na MS de *B. decumbens* foi influenciado, no primeiro corte, tanto pelo tratamento físico (M) ($P < 0,05$), quanto pelo fósforo (P) ($P < 0,05$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 6A, em anexo.

As parcelas que receberam a tratamento com grade (G) apresentaram valores de FDA (% na MS) de 39,05, significativamente superiores ao tratamento testemunha (T) 37,03% ($P < 0,05$). Os dados de FDA das parcelas que receberam o tratamento com escarificador (E) (37,91%) não diferiram daqueles da gradagem (G) e da testemunha (T) ($P > 0,05$).

Não houve efeito significativo dos tratamentos no teor de FDA na MS de *B. decumbens* nos cortes dois e três ($P > 0,05$).

A análise de variância dos dados relativos ao quarto corte revelou haver efeito significativo do P no teor de FDA na MS da *B. decumbens* ($P < 0,05$). As parcelas que receberam a adubação fosfatada apresentaram valores de 47,19%, superiores aos 43,52% das parcelas que não a receberam.

Os resultados mais consistentes do efeito dos tratamentos no teor de FDA na MS de *B. decumbens* parecem estar relacionados à adubação com P. De maneira semelhante ao observado para a variável FDN, aparentemente o P estimulou a deposição de parede celular na gramínea, elevando a concentração de FDA. Este fato foi observado no primeiro e últimos cortes.

Nunes et al. (1984), avaliando os teores de PB e FDA em plantas de *B. brizantha* encontraram teores de FDA na MS das folhas de 33,0% (estação seca) e 34,0% (estação das águas). Os valores de FDA deste trabalho concordam com os encontrados por Gomes Júnior (2000) que, avaliando o desempenho de novilhos em recria suplementados em pastagem de *B. decumbens*, observaram valores de FDA desta gramínea variando de 41,66 a 48,23%. Benedetti, Rodriguez e Gonçalves (1995), trabalhando com avaliação três espécies forrageiras tropicais, também observaram valores médios de 41,31% de FDA na MS de *B. decumbens*.

4.5 Teor de minerais

4.5.1 Teor de fósforo (P)

A análise de variância dos dados do primeiro corte demonstrou ter havido efeito significativo da interação entre o fósforo (P) e tratamento físico (M) ($P < 0,01$) nos teores de P na MS de *B. decumbens*. O desdobramento da interação pode ser observado na Tabela 20, mostra que na ausência de fósforo não houve efeito significativo entre os tratamentos físicos, mas na presença de P, a testemunha apresenta teor de P superior aos da grade e escarificador.

TABELA 20. Valores médios do teor de P, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes tratamentos físicos, no primeiro corte.

P	M		
	G	E	T
0	0,43Ba	0,41Ba	0,45Ba
1	0,56Ab	0,51Ab	0,72Aa

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

No segundo corte, apenas a adubação com P influenciou significativamente o teor de P na MS de *B. decumbens* ($P < 0,01$). As parcelas que receberam a adubação fosfatada apresentaram valores de P de 0,57%, superiores a 0,33% das parcelas que não a receberam.

No terceiro corte não foi detectada diferença significativa dos tratamentos no teor de P na MS de *B. decumbens* ($P > 0,05$).

No quarto e último corte, o teor de P na MS de *B. decumbens* foi influenciado significativamente pela interação $P \times N$ ($P < 0,01$). O desdobramento

da interação pode ser observado na Tabela 21, mostra que na ausência de P, a adubação nitrogenada reduziu o teor de P na MS, já na presença, houve um aumento.

TABELA 21. Valores médios do teor de P, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no quarto corte.

P	N	
	0	1
0	0,49Aa	0,33Bb
1	0,42Ab	0,56Aa

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Apesar de ser significativo o efeito da associação entre P e tratamento físico (M), no primeiro corte, o teor de P de *B. decumbens* reduziu com a aplicação dos tratamentos físicos, na ausência de P, sendo que o tratamento físico testemunha associado ao P resultou em maior concentração, quando comparado à grade e ao escarificador (Tabela 20). Em qualquer um dos tratamentos físicos a adubação com P aumentou os seus níveis no tecido vegetal, como era esperado. O fato de ser a testemunha o único tratamento físico a responder, em termos de concentração de P, conduz à suposição levantada anteriormente do efeito deletério dos tratamentos com grade e, especialmente, com escarificador no crescimento e desenvolvimento da *B. decumbens*.

No último corte houve efeito apenas da adubação. A aplicação de N reduziu a concentração de P, mas quando associados P e N, a concentração de P aumentou (Tabela 21). Estes achados, aliados ao conhecimento da deficiência do solo em P sugere que a adubação com N na medida em que estimulou o crescimento das plantas exacerbou a deficiência de P, porém com a associação

da adubação com P houve uma resposta à correção da deficiência do solo, e portanto, maiores níveis de P foram verificados no tecido vegetal.

Faquin et al. (1997), estudando o efeito da aplicação de P em pastagens de *B. brizantha*, sem calagem, encontraram níveis de P variando de 0,07% a 0,39, inferiores à variação encontrada neste trabalho. Também, Souza (1986) observou níveis médios de 0,10% a 0,08%, enquanto Valério e Nakano (1988) encontraram 0,23% P, no rebrote e Guimarães et al. (1992) detectou 0,12% (estação das águas) e 0,05% P (estação seca), da mesma forma que Andrade (1993) obteve 0,12% de P na MS de *B. brizantha*. Entretanto, Costa et al. (1998) encontraram variações de 1,46% a 1,58% de P na MS desta mesma espécie.

Trabalhando com níveis críticos de P na parte aérea e sua utilização pelas plantas de *A. gayanus*, *B. decumbens* e *H. rufa*, Fonseca et al. (1987) observaram que a braquiária no primeiro corte apresentou valores substancialmente superiores aos das outras duas espécies em todos os solos e doses estudadas de P no primeiro corte. Isto indica maior eficiência da braquiária em absorver o P quando este se encontra em menor disponibilidade. Este fato também ocorreu no segundo corte do presente estudo.

4.5.2 Teor de potássio (K)

Não houve efeito significativo dos tratamentos no teor de K na MS de *B. decumbens* nos cortes um e dois ($P > 0,05$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 8A em anexo.

No terceiro corte, houve efeito significativo do tratamento físico (M) nos teores de K na MS de *B. decumbens* ($P < 0,05$). As parcelas que receberam tratamento com escarificador (E) apresentaram teores de K superiores ao tratamento testemunha (T) de 1,85% e 1,73% respectivamente. O tratamento

com grade intermediária (G) não diferiu de nenhum dos dois outros, apresentando teores médios de 1,75%.

A análise do corte quatro demonstrou ter havido efeito significativo da interação tripla (P x M x N) nos teores de K na MS de *B. decumbens* ($P < 0,05$). Os desdobramentos da interação podem ser observados nas Tabelas 22, 23 e 24.

Em todas as combinações de n com P, o teor de K não foi afetado pelos diferentes tratamentos físicos (Tabela 22).

TABELA 22. Valores médios do teor de K, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) e fósforo (P), no quarto corte.

M	N=0		N=1	
	P=0	P=1	P=0	P=1
G	1,53a	1,63a	1,51a	1,66a
E	1,74a	1,48a	1,58a	1,64a
T	1,63a	1,67a	1,74a	1,63a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 23. Valores médios do teor de K, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) dentro da adubação fosfatada (P) e do tratamento físico (M), no quarto corte.

N	P=0			P=1		
	G	E	T	G	E	T
0	1,53a	1,74a	1,63a	1,63a	1,48a	1,67b
1	1,51a	1,58a	1,74a	1,66a	1,64a	1,63a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste Tukey).

TABELA 24. Valores médios do teor de K, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de fósforo (P) dentro da adubação nitrogenada (N) e do tratamento físico (M), no quarto corte.

P	N=0			N=1		
	G	E	T	G	E	T
0	1,53a	1,74a	1,63a	1,51a	1,58a	1,74a
1	1,63a	1,48b	1,67a	1,66a	1,64a	1,63a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Nos dois primeiros cortes não houve efeito significativo dos tratamentos no teor de K. No terceiro corte o tratamento com escarificador aumentou o teor de K na MS de *B. decumbens* em relação ao tratamento testemunha. Já no quarto corte, nas parcelas que receberam o escarificador, sem adubação de N, a adubação com P reduziu a concentração de K no tecido vegetal.

Malavolta e Paulino (1991) relatam trabalhos do CIAT que demonstram que a *B. decumbens* consegue aproveitar o K de formas menos solúveis, evitando o consumo de luxo e diminuindo perdas por lavagem. Trabalho relatado por Sanzonowicz (1986) demonstrou que a resposta da *B. decumbens* ao K pode ser dependente da dose de P usada e que, para um mesmo nível de P aplicado, esta tende a aumentar em presença da calagem. Trabalhando com *B. decumbens*, Souza (1986) e Bittencourt et al. (1987) 0,60% obtiveram média de 0,60% de K e Nicodemo (1988) de 1,51% em fevereiro e 0,78% em outubro, valores estes mais próximos aos encontrados no presente estudo. Contudo, Souza et al. (1987) registraram níveis mais baixos (0,34% a 0,37%) de K na mesma forrageira. Já Valério e Nakano (1988), encontraram teor de 2,7%, bastante superior aos obtidos neste trabalho. Os teores mais elevados de K deste estudo certamente decorreu da maior disponibilidade do elemento no solo,

conforme se constata na Tabela 1, resultados das análises de solo da área experimental.

4.5.3 Teor de cálcio (Ca)

A análise de variância dos dados do primeiro corte demonstrou haver efeito significativo ($P < 0,01$) do tratamento físico (M) no teor de Ca na MS de *B. decumbens*. O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 9A, em anexo.

As parcelas do tratamento testemunha (T) apresentaram teores de Ca superiores àqueles do tratamento com escarificador (E), com valores médios de 0,86 e 0,65%. Os teores de Ca das parcelas que receberam o tratamento com grade intermediária (G) não diferiram de nenhum dos dois tratamentos e apresentaram valores médios de 0,73%.

No corte dois, a análise de variância detectou diferença significativa nos teores de Ca na MS de *B. decumbens* em resposta ao P ($P < 0,05$) e à interação do N e tratamento físico (M) ($P < 0,05$).

As parcelas que receberam a adubação com P apresentaram valores de Ca de 0,90%, superiores a 0,78% das parcelas que não a receberam. O desdobramento da interação N x M pode ser observado na Tabela 25.

TABELA 25. Valores médios do teor de Ca, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de N nos diferentes tratamentos físicos, no segundo corte.

N	M		
	G	E	T
0	0,87Aa	0,87 ^A a	1,07Aa
1	1,06Aa	0,83 ^A b	0,84Bb

a, b na linha ; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Não houve efeito dos tratamentos no teor de Ca na MS de *B. decumbens* nos cortes três e quatro.

No primeiro corte, de maneira semelhante ao observado para outras variáveis, a escarificação reduziu o teor de Ca na MS de *B. decumbens* em relação à testemunha, enquanto a grade ficou em uma posição intermediária, não diferindo de nenhum dos outros dois tratamentos físicos, o que reafirma o efeito negativo do tratamento com escarificador nos primeiros cortes após a sua aplicação.

No segundo corte a adubação com P aumentou os níveis de Ca, o que talvez reflita um favorecimento do sistema radicular em crescimento e absorção ou mesmo o efeito da fonte de P utilizada, o superfosfato simples, que possui aproximadamente 26% de CaO.

A interação N x M também influenciou o teor de Ca da forragem colhida. O desdobramento da interação demonstrou a influência do tratamento físico apenas na presença de N. O tratamento com grade aumentou a concentração de Ca quando comparado ao escarificador e à testemunha (Tabela 25). Uma vez que o tratamento físico com grade foi menos agressivo à forragem, quando associado à adubação com N, no segundo corte, pode ter propiciado melhor condição de aproveitamento do Ca presente no solo.

A adubação com N no tratamento físico testemunha, ainda no segundo corte, reduziu os níveis de Ca na forragem (Tabela 25), o que pode ter sido um reflexo da deficiência deste mineral no solo e da resposta à adubação com N nestas parcelas testemunha do tratamento físico.

Guimarães et al. (1992) obtiveram teores médios de Ca de 0,54% (estação das águas) e 0,52% (estação seca) na MS do capim braquiária; também Andrade (1993) registrou 0,56% (julho) e 0,41% (janeiro) de Ca na MS desta gramínea..

Revisando dados de composição mineral de parte aérea de *Brachiaria* Souza (1986) relata teores médios de 0,24% a 0,18% de Ca, às idades de 30 e 60 dias, respectivamente, valores inferiores aos obtidos neste trabalho. O mesmo ocorreu com os resultados de Bittencourt et al. (1987), cuja média foi de 0,22% de Ca, em junho.

4.5.3 Teor de magnésio (Mg)

Houve efeito significativo do tratamento físico (M) no primeiro corte no teor de Mg na MS de *B. decumbens* ($P < 0,01$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 10A em anexo. As parcelas testemunha (T) apresentaram um teor médio de 0,22%, sendo superior ao tratamento com grade intermediária (G) que apresentou uma concentração média de 0,15%. As parcelas que receberam o tratamento com escarificador (E) não diferiram dos outros dois tratamentos, apresentando um teor de 0,19%.

A análise dos dados referentes ao segundo corte demonstrou haver influência somente do P na concentração de Mg ($P < 0,01$). A adubação fosfatada proporcionou valores de 0,21% de Mg, superiores a 0,18% das parcelas que não a receberam.

No corte três, o teor de Mg foi influenciado significativamente ($P < 0,05$) pelo tratamento físico (M). As parcelas testemunha (T) apresentaram teores de Mg superiores àqueles das parcelas que receberam escarificador (E), cujos valores foram 0,20% e 0,17% respectivamente. O tratamento com grade intermediária (G) proporcionou concentrações de Mg de 0,18%, não diferindo dos outros dois tratamentos físicos.

No corte quatro não houve influência dos tratamentos no teor de Mg na MS de *B. decumbens* ($P > 0,05$).

A análise dos dados primeiro corte demonstrou que para a concentração de Mg na MS de *B. decumbens* houve também um efeito negativo dos tratamentos físicos com grade intermediária e com escarificador, em relação ao testemunha. Da mesma forma, a análise do terceiro corte demonstrou que, mesmo após dois cortes, o efeito negativo do escarificador e da grade sobre o teor de Mg ainda foi significativo, em relação às parcelas testemunhas.

No segundo corte, assim como para o P e o Ca, a adubação com P aumentou a concentração de Mg na forragem refletindo, talvez, uma condição mais favorável de crescimento do sistema radicular a partir da correção da deficiência de P do solo.

As concentrações de Mg encontradas neste trabalho são semelhantes aos valores obtidos por Morais et al. (1998), trabalhando com *B. decumbens* em solos arenoso e argiloso, cujos teores variaram de 0,15 a 0,21%. Dentre os trabalhos que envolvem a avaliação de Mg na parte aérea, destacam-se os de Bittencourt et al. (1987), que obtiveram 0,28% (junho) e Valério e Nakano (1988), que registraram 0,20% de Mg.

Entretanto, Souza (1986) e Souza et al. (1987) registraram teores de Mg de 0,17% e 0,18% em amostras da parte aérea de *B. decumbens*, ao passo que Guimarães et al. (1992) encontraram valor médio de 0,13% de Mg (estação das

águas) e 0,15% (estação seca). De um modo geral, os valores encontrados na literatura com os obtidos neste trabalho.

4.5.4 Teor de enxofre (S)

A análise de variância dos dados referentes à concentração de S na MS de *B. decumbens*, no primeiro corte, demonstrou ter havido efeito significativo do tratamento físico (M) ($P < 0,05$) e da interação entre P e N ($P < 0,05$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 11A, em anexo.

As parcelas do tratamento (T), apresentaram maior teor de S (0,17%) quando comparadas àquelas que receberam o tratamento escarificador (E) (0,15%) ou grade intermediária (G) (0,15%) que não diferiram entre si. O desdobramento da interação P x N pode ser observado na Tabela 26.

TABELA 26. Valores médios do teor de S, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no primeiro corte.

P	N	
	0	1
0	0,15Aa	0,17Aa
1	0,17Aa	0,15Aa

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

A análise do corte dois demonstrou efeito significativo do N ($P < 0,01$) e P ($P < 0,05$) no teor de S na MS de *B. decumbens*. As parcelas que receberam a adubação nitrogenada apresentaram valores de 0,31% de S, superiores a 0,20% de S das parcelas que não receberam P. As parcelas que receberam a adubação

fosfatada apresentaram valores de 0,23% de S, inferiores a 0,27% de S das parcelas que não receberam P.

No corte três houve efeito significativo da interação P x N no teor de S na MS de *B. decumbens* ($P < 0,01$). O desdobramento da interação pode ser observado na Tabela 27.

TABELA 27. Valores médios do teor de S, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no terceiro corte.

P	N	
	0	1
0	0,17Ab	0,24Aa
1	0,21Aa	0,19Ba

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

No corte quatro, a análise de variância dos dados demonstrou efeito significativo da interação P x N no teor de S na MS de *B. decumbens* ($P < 0,05$). O desdobramento da interação pode ser observado na Tabela 28.

TABELA 28. Valores médios do teor de S, em %, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no quarto corte.

P	N	
	0	1
0	0,18Aa	0,15Bb
1	0,18Aa	0,19Aa

a, b na linha ; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Os tratamentos com escarificador e com grade reduziram o teor de S na MS de *B. decumbens*, em relação a testemunha, são primeiro corte. Neste caso não só o escarificador mas também a grade aparentemente prejudicaram a absorção deste mineral.

A interação P x N demonstrou que a aplicação de P sem o N aumentou a concentração de S no primeiro corte (Tabela 26), porém no segundo corte a adubação com P a reduziu, enquanto a adubação com N a aumentou. De outra forma, a associação P e N também reduziu o teor deste mineral no tecido vegetal (Tabela 27). A associação P x N, no segundo corte (Tabela 3), resultou em respostas expressivas de produção de MS de *B. decumbens* em relação às outras parcelas que receberam adubação e, portanto, pode ter havido um efeito de diluição do S.

As respostas às adubações de N e de P para os teores de S provavelmente estão relacionadas às fontes utilizadas, o sulfato de amônio e o superfosfato simples, os quais apresentam, respectivamente, 24% e 12% de S em suas composições.

Nos dois últimos cortes a interação P x N, também significativa, provoca um aumento da concentração de S com a adubação de N e P, isoladamente, mas uma redução nestes teores quando da utilização da adubação com N e P associados, estes últimos provavelmente por efeito de diluição.

Plantas forrageiras adubadas periodicamente, principalmente com N e P, cultivadas em solos com baixo teor de matéria orgânica, têm revelado uma necessidade acentuada de S na adubação (Werner e Monteiro, 1988). Segundo Vitti e Novaes (1986), o nível crítico do S nas forrageiras varia entre 0,10 e 0,15 na MS, estando os valores de S deste trabalho um pouco acima dos mesmos.

Andrade et al. (1996), trabalhando com adubação nitrogenada em *B. ruziziensis*, encontraram valores de S inferiores aos do presente estudo, equivalendo a 0,10% de S nos tratamentos sem N e a 0,14% de S nos

tratamentos com N. A maior parte do S na planta encontra-se nas proteínas e, segundo Faquin (1994) sua concentração varia de 0,2 a 0,5% na MS. O efeito dos tratamentos nesta variável é semelhante ao observado para PB, sugerindo que, provavelmente, o aumento observado no seu teor, em função dos tratamentos, possa explicar os níveis de S na MS de *B. decumbens*.

4.5.5 Teor de cobre (Cu)

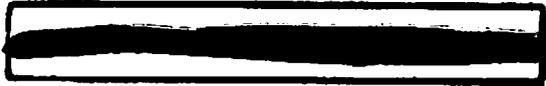
A análise de variância dos dados dos cortes um, três e quatro demonstraram não haver influencia significativa dos tratamentos no teor de Cu na MS de *B. decumbens* ($P > 0,05$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 12A em anexo.

No corte dois os teores de Cu foram influenciados significativamente pelo tratamento físico (M) ($P < 0,01$) e pela adubação com P ($P < 0,05$).

As parcelas que receberam o tratamento com escarificador apresentaram teor de Cu superior $12,62 \text{ mg/dm}^3$ superior aos das parcelas que receberam o tratamento testemunha (T) $7,48 \text{ mg/dm}^3$, sendo que as que receberam o tratamento com grade intermediária (G) não diferiam destas, apresentando uma concentração média de Cu de $10,40 \text{ mg/dm}^3$.

A adubação com P, reduziu o teor de Cu $7,82 \text{ mg/dm}^3$ quando comparada às parcelas que não receberam P $12,51 \text{ mg/dm}^3$.

Os resultados das análises de variância dos níveis de Cu na MS de *B. decumbens* com as observações feitas para os outros minerais, uma vez que apenas no segundo corte houve influência do tratamento físico e da adubação com P. Neste corte, o tratamento físico com escarificador aumentou a concentração de Cu quando comparado ao tratamento testemunha; além disso a adubação com P reduziu os teores de Cu no tecido vegetal.



Avaliando a composição mineral da parte aérea de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*, Souza (1986) registrou valores médios de 2,9 mg/dm³ de Cu, enquanto Nicodemo (1988) encontrou 2,8 mg/dm³ (fevereiro) e 1,3 mg/dm³ (outubro). Guimarães et al. (1992) obtiveram média de 3,5 mg/dm³ (época das águas) e 2,25 mg/dm³ (época seca). Entretanto, Bittencourt et al. (1987) registraram teores de Cu de 4,58 mg/dm³ na parte aérea, muito superiores aos valores obtidos nos trabalhos citados anteriormente o que demonstra haver grande variação nos valores para este mineral. De uma forma geral, os dados obtidos neste trabalho foram superiores aos encontrados na literatura.

4.5.6 Teor de manganês (Mn)

O teor de Mn na MS de *B. decumbens*, no primeiro corte, foi influenciado significativamente pelo tratamento físico (M) ($P < 0,01$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 13A em anexo. As parcelas que receberam o tratamento com escarificador (E) apresentaram menor concentração de Mn 96,77mg/dm³ quando comparadas às submetidas aos tratamentos, com grade intermediária (G) 122,01 mg/dm³ ou testemunha (T) 138,53 mg/dm³, sendo que estes dois últimos não diferiram entre si.

A análise de variância dos dados do corte dois detectou efeito significativo da interação tripla (P x M x N) nos teores de Mn na MS de *B. decumbens* ($P < 0,05$). Os desdobramentos da interação podem ser observados nas Tabelas 29, 30 e 31.

TABELA 29. Valores médios do teor de Mn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) e fósforo (P), no segundo corte.

M	N=0		N=1	
	P=0	P=1	P=0	P=1
G	115,00b	152,92a	135,27a	177,67a
E	125,02ab	138,10a	124,27ab	150,57b
T	142,85a	144,55a	114,30b	165,55ab

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste Tukey).

TABELA 30. Valores médios do teor de Mn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) dentro da adubação fosfatada (P) e do tratamento físico (M), no segundo corte.

N	P=0			P=1		
	G	E	T	G	E	T
0	115,00b	125,02a	142,85a	152,92b	138,10a	144,55b
1	135,27a	124,27a	114,30b	177,67a	150,57a	165,55a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste Tukey).

TABELA 31. Valores médios do teor de Mn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de fósforo (P) dentro da adubação nitrogenada (N) e do tratamento físico (M), no segundo corte.

P	N=0			N=1		
	G	E	T	G	E	T
0	115,00b	125,02a	142,85a	135,27b	124,27b	114,30b
1	152,92a	138,10a	144,55a	177,67a	150,57a	165,55a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste Tukey).

No corte três a análise de variância dos dados detectou efeito significativo do tratamento físico (M) ($P < 0,01$) e da interação P e N ($P < 0,05$) no teor de Mn na MS de *B. decumbens*.

As parcelas que receberam o tratamento com escarificador (E) apresentaram menor teor de Mn 121,75 mg/dm³, quando comparadas àquelas que receberam tratamento, com grade intermediária (G) 143,24 mg/dm³ e testemunha (T) 146,81mg/dm³, que não diferiram entre si. O desdobramento da interação P x N pode ser observado na Tabela 32.

TABELA 32. Valores médios do teor de Mn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no segundo corte.

P	N	
	0	1
0	134,79Aa	121,61Ba
1	139,17Aa	153,37Aa

a, b na linha ; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

A análise de variância dos dados do corte quatro apresentou resultado semelhante ao do corte três ou seja, houve influência significativa tanto do tratamento físico (M) ($P < 0,01$) quanto da interação P x N ($P < 0,01$) no teor de Mn na MS de *B. decumbens*.

As parcelas que receberam o tratamento com escarificador (E) apresentaram menor teor de Mn 119,06 mg/dm³, quando comparadas àquelas que receberam tratamento com grade intermediária (G) 142,50 mg/dm³. As parcelas do tratamento testemunha (T) 128,13 mg/dm³ não diferiram daquelas dos outros dois tratamentos. O desdobramento da interação P x N pode ser observado na Tabela 33. O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 13A, em anexo.

TABELA 33. Valores médios do teor de Mn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos níveis de P nos diferentes níveis de N, no quarto corte.

P	N	
	0	1
0	147,09Aa	112,804Bb
1	121,37Ba	138,33Aa

a, b na linha; A, B na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

A concentração de Mn na MS de *B. decumbens* foi influenciada ao longo do período experimental pelo efeito de tratamentos físicos e adubações com N e P. Nos três primeiros cortes o tratamento físico com escarificador reduziu o teor de Mn da forragem colhida, enquanto no último corte o tratamento escarificador e grade não diferiram da testemunha, ou seja, na maioria dos cortes observou-se um efeito negativo destes tratamentos nos teores de Mn na MS de *B. decumbens* e em um deles não houve qualquer efeito quando comparado à testemunha.

No segundo corte a associação dos tratamentos físicos com adubação reverteu o efeito negativo do tratamentos físico com grade. A adubação com N, P e N associado ao P resultaram em maior concentração de Mn em relação às parcelas não adubadas. O tratamento físico testemunha respondeu da mesma forma mas nas parcelas que receberam tratamento físico com escarificador não houve efeito significativo, demonstrando que este tratamento não permitiu que a forrageiras se beneficiassem da correção com N e P.

No terceiro e quarto cortes a associação de N e P aumentaram a concentração de Mn na planta, enquanto no último corte a adubação com N ou P, isolados, reduziu a concentração em relação às parcelas que não receberam adubação.

Os teores de Mn encontrados neste trabalho foram inferiores aos obtidos por Nicodemo (1988), com média de 299,8 mg/dm³ na MS e aos obtidos por Gallo et al. (1974) em pastagens do estado de São Paulo, cujo valor médio foi de 174 mg/dm³. Também, Souza (1986) relata valor de 151 mg/dm³ de Mn em pastagens da região Centro-Oeste, informando que a absorção do Mn é elevada por causa da presença de grandes quantidades de Fe nos solos tropicais e ao baixo pH, resultando em elevado teor de Mn disponível. Por essa razão, é comum serem mais relatados problemas associados ao excesso do que a deficiência de Mn em plantas (Ferrari Neto, 1991).

Neste trabalho foram encontrados teores de Mn próximos dos relatados por Moraes et al. (1988), que estudando a variação sazonal de macro e microelementos na MS de *B. decumbens*, sob pastejo contínuo, em solos arenoso e argiloso, quando registraram médias situando-se entre 124,79 e 224,33 mg/dm³.

4.5.6 Teor de zinco (Zn)

As análises de variância dos dados revelaram não haver efeito significativo dos tratamentos no teor de Zn na MS de *B. decumbens* nos cortes um, três e quatro ($P > 0,05$). O resumo das análises de variância é apresentado na Tabela 14A em anexo.

No corte dois houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação tripla ($P \times M \times N$) no teor de Zn na MS de *B. decumbens*. Os desdobramentos da interação podem ser visualizados nas Tabelas 34, 35 e 36

TABELA 34. Valores médios do teor de Zn, em mg/dm^3 , na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) e fósforo (P), no segundo corte.

M	N=0		N=1	
	P=0	P=1	P=0	P=1
G	28,62a	27,40a	39,95a	34,12a
E	28,22a	32,42a	39,45a	28,20a
T	34,62a	25,45a	30,17a	28,32a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 35. Valores médios do teor de Zn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de nitrogênio (N) dentro da adubação fosfatada (P) e do tratamento físico (M), no segundo corte.

N	P=0			P=1		
	G	E	T	G	E	T
0	28,62b	28,22b	34,62a	27,40a	32,42a	25,45a
1	39,95a	39,45a	30,17a	34,12a	28,20a	28,32a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

TABELA 36. Valores médios do teor de Zn, em mg/dm³, na MS de *B. decumbens* em função dos tratamentos físicos em cada combinação dos níveis das adubações de fósforo (P) dentro da adubação nitrogenada e do tratamento físico (M), no segundo corte.

P	N=0			N=1		
	G	E	T	G	E	T
0	28,62a	28,22a	34,62 ^a	39,95a	39,45a	30,17a
1	27,40a	32,42a	25,45b	34,12a	28,20b	28,32a

a,b na coluna diferem entre si a 5% de probabilidade (Teste de Tukey).

Como relatado apenas no segundo corte houve efeito significativo, da interação tripla P x M x N. A adubação com N, na ausência de P, elevou o teor de Zn na MS de *B. decumbens* apenas quando associado aos tratamentos físicos, exceto no tratamento testemunha (Tabela 35). Com relação à adubação com P, na ausência de N, observou-se uma redução da concentração de Zn na parcela testemunha e quando as adubações foram associadas (N e P) o teor de Zn foi reduzido nas parcelas que receberam tratamento com escarificador (Tabela 36).

De acordo com Ferrari Neto (1991), a *B. decumbens* tende a apresentar valores maiores de Zn em relação a outras forrageiras como o colômbio (*Panicum maximum* Jacq), por exemplo. Muitos pesquisadores têm estudado o efeito do alto suprimento de P na deficiência de Zn. Segundo Malavolta (1980), quatro são as possíveis causas sugeridas para explicar esta interação: a) formação de composto P-Zn no solo; b) inibição não competitiva; c) menor transporte do Zn para a parte aérea e d) efeito de diluição. Dessas causas, possivelmente, a (b) e a (d) tiveram maior contribuição pois, na ausência do P, o crescimento reduzido e o pequeno teor de P no solo possibilitaram o aumento da concentração de Zn nos tecidos, conforme sugeriu Ferrari Neto (1991) nos seus estudos.

De acordo com Bittencourt et al. (1987), avaliando a composição mineral de várias gramíneas forrageiras ao longo de seu ciclo vegetativo, observaram que a braquiária, depois do capim-napier e do capim-colômbio, é a que mais assimila Mn e Cu. Quanto ao Zn, foi a de menor índice de aproveitamento. Em síntese, a braquiária é a que assimila mais Mg, Mn e Cu e a que contém menos Ca, Na, K, Fe e Zn.

5 CONCLUSÕES

A produção de MS de *B. decumbens*, e de outras gramíneas em área de pastagem degradada pode ser aumentada com o emprego de adubação, notadamente a nitrogenada, aplicada isoladamente ou em associação com a fosfatada. A aplicação de N eleva também os níveis de PB, S, Mn e FDA no tecido vegetal de *B. decumbens* e de outras gramíneas. A aplicação de P resulta em maiores níveis de PB, FDN, FDA, P, Mg e Mn na forragem colhida.

Os tratamentos físicos, sobretudo o escarificador influenciam negativamente a produção de MS da *B. decumbens* e de outras gramíneas em função dos danos causados às plantas, não demonstrando efeitos consistentes na recuperação de área de pastagem degradada. O efeito negativo dos tratamentos físicos refletiu também nos teores de PB, P, Ca, Mg, Mn e K, embora a associação com o N tenha reduzido estes efeitos para as variáveis PB e FDN e a associação com o P, para Ca, Mn e Zn na MS das forrageiras.

As adubações com N e P beneficiam a produção de MS de plantas invasoras e apenas o tratamento com escarificador associado ao P, no terceiro corte, reduz a produção destas espécies na área de pastagem degradada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S.B. Controle biológico de pragas de pastagens. In: PEIXOTO.; FARIA, V.P.; MOURA, J.C. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7, Piracicaba, 1984. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1984. p.169-208.
- ANDRADE, I.F. Produtividade de gramíneas sob pastejo em cerrado do Triângulo Mineiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.4, p.679-693, jul./ago. 1993.
- ANDRADE, J.B.; BENINTENDE, R.P.; FERRARI JUNIOR, E.; PAULINO, V.T.; HENRIQUE, W. Efeitos das adubações nitrogenada e potássica na produção e composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.9, p.617-620, set. 1996.
- BENEDETTI, E.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. Avaliação de forrageiras tropicais. 1.Comportamento nutricional de três espécies de gramíneas no cerrado do Triângulo Mineiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., Anais... Brasília: SBZ, 1995, p.268.
- BITTENCOURT, A.M.B.; FILGUEIRAS, M.R.; CASTRO, V.R.O.; ANDRADE, H.A.S. Composição mineral de algumas espécies de gramíneas forrageiras ao longo de seu ciclo vegetativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.9/10, p.1009-1017, set/out. 1987.
- BLANCHAR, R.W.; REHM, G.; CALDEWELL, A.C. Sulfur in plant materials by digestion with nitric and perchloric acid. *Soil Society of America Proceedings*, Madison, v.10, n.1, p.71-71, Jan.1965.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, n.113, p.73-85, jan./fev.1974.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Normas Climatológicas, 1961-1990. Brasília, 1992. 84p.
- BURROWS, W.H. Deforestation in savana context: problems and benefits for pastoralism. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993,

Rockhampton. Proceedings... Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 2223-2230

CALEGARI, A. Uso de rotação de cultura em recuperação de pastagens. In: PAULINO, V.T.; ALCÂNTARA, P.B.; BEISMAN, D.A.; ALCÂNTARA, V. de B.G. ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1993. Anais... Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993, p.119-145.

CARVALHO, M.M. Recuperação de pastagens degradadas. Coronel Pacheco: EMBRAPA- CNPGL, 1993. 51P. (EMBRAPA- CNPGL. Documentos, 55).

CARVALHO, M.M. Melhoramento da produtividade das pastagens através da adubação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v.11, n.132, p 23-32, dez, 1985.

CARVALHO, SI. C.; VILELA, L.; SPAIN, J.M.; KARIA, C.T. Recuperação de pastagens degradadas de *B. decumbens* cv. Basilik na região dos cerrados. Pasturas Tropicales, Cali, v.12, n. 2, p.24-28, 1990.

CASAGRANDE, J.C.; SOUZA, O.C. de. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(1): v.17, n.1, p.21-25, jan. 1982.

CASTRO, O.M.; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação de solos em citros. Laranja, Cordeirópolis, v.13, p. 275-305, 1992.

CORREA, L.A. Produção de gado de corte em pastagens adubadas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1, 1999, Goiânia. Anais... Goiânia: CBNA, 1999. p.81-94

CORREA, L.A.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho amarelo, álico: I. Ensaio em casa de vegetação. Scientia Agrícola, Piracicaba, n.50, n.1, p.99-108, 1993a.

CORREA, L.A.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em latossolo vermelho amarelo, álico: II. Experimento de campo. Scientia Agrícola, Piracicaba, n.50, n.1, p.109-116, 1993b.

- CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PASTAGENS: FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 10., Piracicaba: 1996. Anais..., Piracicaba: FEALQ, 1996. 908p. p.121-153.
- CORSI, M. Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production tillering and quality of the tropical grass Panicum maximum Jacq. Ohio, 1984. 125p. (PhD. - Ohio State University).
- COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Resposta de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu à fontes de fósforo. Pasturas Tropicales, Cali, v.21, n.2, ago. 1995.
- CURL, N.; MARQUES, J.J.G.; FERREIRA, M.M.; RIBEIRO, M.A.V. Queima em pastagens nativas dos Campos da Mantiqueira (MG): Alterações em parâmetros químicos dos solos. In: Desenvolvimento de Pastagens na Zona Fisiográfica Campo das Vertentes, MG. EMBRAPA- CNPGL, Coronel Pacheco, MG. 1994, p 45-50.
- DIAS FILHO, M. B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. N. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV-DPS/ Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-149.
- DIAZ, R. M.; GARCIA, F; BOZZANO, A. Dinâmica de la disponibilidad de nitrógeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. "Rotaciones". Uruguay: Estacion Experimental "La Estanzuela". 1980. 39p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de gado de Corte (Campo Grande, MS). Cupim de montículo em pastagens. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1996. 4p. (EMBRAPA-CNPGC - Documentos,18).
- EMBRAPA. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília: EMBRAPA, 1993. 204p.
- EUCLIDES, V.P.B. Limitações nutricionais e manejo de algumas das principais gramíneas forrageiras tropicais do Brasil Central. In: Curso sobre pastagens para sementeiros. Embrapa- Campo Grande: CNPGC, , MS, 1993. P.13-30.

- EUCLYDES, R.F.** Sistema para análises estatísticas (guia do usuário resumido). Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. 82p. 1987.
- FAGERIA, N.K.** Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA- DPU, 1989, 425p. (EMBRAPA- CNPAF- Documentos, 18).
- FAQUIN, V.;** neto, j.f.; evangelista, A.R. Limitações nutricionais do colônio (*panicum maximum* Jacq.) e da braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapff.), em amostras de um Latossolo do Noroeste do Paraná: II. Nutrição em macro e micronutrientes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v.23, n.4, p.553-565, jun/ago. 1994.
- FAQUIN, V.;** PASSOS, R.R.; VILLA, M.R.; CURTI, N.; EVANGELISTA, A.R. Absorção e acumulação de nutrientes por gramíneas forrageiras sob influência de fontes de fósforo e correção do solo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v.26, n.2, p.219-226, 1997.
- FERRARI NETO, J.** Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) num latossolo da região Noroeste do estado do Paraná. 1991. 126p Dissertação (Mestrado- Universidade Federal de Viçosa), Viçosa.
- FONSECA, D.M.;** VENEGAS, V.H.A.; GOMIDE, J.A.; NEVES, J.C.L. Níveis críticos de fósforo na parte aérea e sua utilização pelas plantas de Andropogon gavanus, Brachiaria decumbens, Hyparrhenia rufa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. Anais...Brasília: SBZ, 1987. p.161.
- GADANHA JUNIOR, C.D.;** MOLIN, J.J.P.; COELHO, J.L.D.; YAHAN, C.H.; TOMIMORI, S.M.A.W. Máquinas e implementos agrícolas do Brasil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468p.
- GOMES JÚNIOR, P.** Composição químico- bromatológica da *Brachiaria decumbens* e desempenho de novilhos em recria suplementados durante a época seca. 2000. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – universidade federal de Lavras, Lavras.
- GOMIDE, J. A.;** QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM , 11., 1994, Piracicaba. Anais.. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.223-248.

- GUSS, A.** Eficiência de fósforo para o estabelecimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais em solos com diferentes características físicas e químicas. 1988. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- HOOGMOED, W.Z.; DERSCH, R.** Chisel ploughing as an alternative tillage system in Paraná, Brazil. *Soil Till Research.*, Amsterdam, v.6, p.53-67, 1985.
- JONES, R.R.** Efecto del clima, el suelo, y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero. In: Paladines, O.; Lascano, C. (eds.). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas.* Cali, Colombia: CIAT, 1983. p.11-28.
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; MACEDO, M.C.M.** Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, 1998. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.40-42.
- LAPOINTE, S.L.; FERRUFINO-C, A.** Plagas que atán los pastos tropicales durante su establecimiento. In: LASCANO, C. E.; SPAIN, J. M. (eds.). Reunión del comité asesor de la red internacional de evaluación de pastos tropicales (RIEPT), 6., 1988, Veracruz, México. *Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación.* Cali, Colombia: CIAT, 1991. p.81-102.
- MACEDO, M.C.M.** Degradação de pastagens, conceitos e métodos de recuperação. In: **SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL.** Juiz de Fora, 1999. *Anais...*, Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 1999. p.137-150.
- MACEDO, M.C.M.** Pastagens no ecossistema do cerrado: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: ANDRADE, R.P.; BARCELOS, A.O.; ROCHA, C.M.C. (eds.). **SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS. BRASILEIROS- PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL,** 32, Brasília, 1995. *Anais...* p.28-62.
- MACEDO, M.C.M.** Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,** 7, Goiânia, 1993. *Anais...* Goiânia: SBCS, 1993. p.71-72.

- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema pasto- lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: FAVOR, V.; Rodrigues, L.R.A. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS-PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 32, Brasília, 1995. Anais... p.28-62.
- MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARSHNER, H. Mineral nutrition in higher plants. 2ed. London: Academic press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.G.P.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens* (Stapf) Prain, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweikerdt, *Digitaria decumbens* Stent, *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq e *Pennisetum purpureum* Schum. Anais DA Escola Superior Agricultura, v.37, p.913, 1980.
- MELLA, S.C. Manejo como fator de recuperação de pastagens. In: PAULINO, V. T.; FERREIRA, L. G. (eds.). Recuperação de pastagens, 2, Nova Odessa; Instituto de Zootecnia, 1999, p.29-35.
- MINSON, D.J.; MILFORD, R. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, v.7, n.29, p.546-551, Dec. 1967.
- MIRANDA, C.HB.; KICHEL, A.N.; MACEDO, M.C.M. Uso da cultura do arroz para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.477-479.
- MORAIS, M.G.; BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, H. O. S. L.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M. Variação da parede celular da *Brachiaria decumbens*-

- fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, celulose e lignina. IN: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Gnosis, 1998. 1CD ROM.
- MORIKAWA, C.K. Limitações nutricionais para o andropogon (*Andropogon gayanus*) e braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em Latossolo da região dos Campos das Vertentes- MG. 1998. 136p. Dissertação (Mestrado em Solos)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- MOTT, G.O. Nutrient recycling in pastures. In: MAYS, D.A. (ed.). *Forage fertilization*. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1974. p.323-339.
- MYERS, R.J.K.; ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics 5. Maintaining productive sown grass pastures. *Tropical Grasslands*, St. Lucia v.25, p.104-110, 1991.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; OLIVEIRA, R.L.; DIOGO, J.M.S. Manejo de pastagens. Disponível em: [http://www.tdnet.com.br/domicio/manejo de pastagens.htm](http://www.tdnet.com.br/domicio/manejo_de_pastagens.htm), 25. Ago.1999.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (eds.). **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS**, 11, Piracicaba, 1994. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994, 325p.
- NEVES, M.P.H., KASS, M.L.; SERRÃO, E.A.S. Introdução e avaliação preliminar de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região de Belém, Pará. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, 1, 1980, Fortaleza. Anais...Fortaleza: 1980. p. 406-407.
- NICODEMO, M.L.F. Efeito de diferentes fontes de fósforo na suplementação mineral em novilhas azebuadas em pastejo. Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 1988. 162p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- NUNES, S.F.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande - EMBRAPA/CNPGC. 31p. (EMBRAPA, CNPGC, Documentos, 21). 1984.
- OAKS, A.; HIREL, B. Nitrogen metabolism in roots. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.36, p.345-65, 1985.

- ORDOÑEZ, H.; TOLEDO, J.M. Recuperación de *Brachiaria decumbens* de una pastura degradada utilizando diferentes prácticas agronómicas. *Pasturas Tropicales*, v.7, n. 2, p.21-23, 1985.
- PAULINO, V.T.; BEISMAN, D.A.; FERRARI Jr.. Fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período da seca. *Pasturas Tropicales*, Cali, v. 17, n.2, p. 20-24, 1995.
- PAULINO, V.T.; WERNER, J.C.; CARRIEL, J.M.; COLOZZA, M.T. Estudos de adubação com *Brachiaria humidicula* e *Setaria anceps* cv. Kazungula em dois solos de várzea do Estado de São Paulo. *Zootecnia*, Nova Odessa, v.24, n.2, p.181-206, abr./jun. 1986.
- REÁTEGUI, K.; RUIZ, R.; CANTERA, C.; LASCANO, C. Persistencia de pasturas asociadas com diferentes manejos del pastoreo en ultisol arcilloso de Puerto Bermudéz, Perú. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.12, n.1, p.16-24, 1990.
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, D.J.; FERREIRA, J.Q. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* dos fenos de três gramíneas forrageiras de clima tropical. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.19; n.3, p.219. 1990.
- ROBERTS, C.R. Effect of stocking rate on tropical pastures. *Tropical Grassland*, St. Lucia, v.14, n.3, p.225-231, 1980.
- RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, A. L. C. C.; FILGUEIRAS, E. P.; ESCUDER, J.; GONÇALVES, L. C. Efeito de quatro períodos de vedação sobre a produção de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2 Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, celulose, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, Belo Horizonte, v.49, n.5, p.603-616, 1997.
- SCHENK, M.A.M.; SCHENK, J.A.P. Estado da fotossenibilização hepatógena em bezerros em pastagens de *Brachiaria decumbens* cv. Australiana. EMBRAPA- CNPGC. 1979. Coronel Pacheco.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região centro-oeste do Brasil. In: CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1986, Nova Odessa. Anais... Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potássio e do Fósforo, 1986. P.309-336.

- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical america. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.274-406, 1982.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 1998. 165p.
- SILVEIRA NETO, S. Controle de insetos nocivos às pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fealq, 1994. p.73-97.
- SOARES FILHO, C. V. Variação sazonal nos parâmetros bioquímico-fisiológicos em *Brachiaria decumbens* estabelecida em pastagem. Piracicaba, 1992. 110p. (Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz/USP).
- SOUZA, J. C. Composição mineral de *Brachiaria* em relação a outras gramíneas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, Nova Odessa. 1986, *Anais...*, Nova Odessa: 1986. p.90-115. 1986.
- SOUZA, J. C.; GONÇALVES, E.M.; VIANA, J.A.C. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. IV- Magnésio, sódio e potássio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, p.89098, 1987.
- 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.
- VALÉRIO, J.R.; KOLLER, W. W. Proposição para manejo integrado das cigarrinhas das pastagens. In: *Curso sobre pastagens para sementeiros*. Embrapa- CNPQC, Campo Grande, MS, 1993. p. 31-46.
- VAN SOEST, P.J *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. New York: Corenell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in animal nutrition. *Journal of Animal science*, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.

- VIEIRA, J.M.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p.147-196.
- VIEIRA, J.M. Qual a melhor forrageira? Características de adaptação agrônômica de espécies e cultivares tropicais. In: Curso sobre pastagens para sementeiros. EMBRAPA- CNPGC, Campo Grande, MS, 1993. p.5-12.
- VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./jun.1979.
- VILELA, H. Pastagens em cerrados. Produção de carne e leite. In: VILELA, H.; PIRES J.A. e NUNES, W.S. Formação e manejo de pastagens em áreas de cerrado. 1982. p.113-61.
- VITTI, G.C.; NOVAES, N.J. adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS. Nova Odessa, 1986. Anais... piracicaba: POTAFOS, 1986. p.209-223.
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal. Anais...., Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.149.
- ZAROSKI, R.J.; BURAU, R.G.A. rapid nitric perchloric acid digestion method for multi-elements tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.8, n.5, p.425-436, 1997.

ANEXO

ANEXO A

- TABELA 1A. Resumo das análises de variância da produção de MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 2A. Resumo das análises de variância da produção de MS de plantas invasoras em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 3A. Resumo das análises de variância da produção de MS de outras gramíneas em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 4A. Resumo das análises de variância do teor de PB na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 5A. Resumo das análises de variância do teor de FDN na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 6A. Resumo das análises de variância do teor de FDA na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 7A. Resumo das análises de variância do teor de P na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 8A. Resumo das análises de variância do teor de K na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

- TABELA 9A.** Análise de variância do teor de Ca na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 10A.** Análise de variância do teor de Mg na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 11A.** Análise de variância do teor de S na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 12A.** Análise de variância do teor de Cu na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 13A.** Análise de variância do teor de Mn na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada
- TABELA 14A.** Análise de variância do teor de Zn na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

TABELA 1A. Resumo das análises de variância da produção de MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	371083,20	104856,70	1145652,00	68062,34
Trat. físico (M)	2	193331,80	9498,24	158536,20	13683,05
Resíduo (a)	6	124331,50	97416,47	248273,00	13047,83
Nitrogênio (N)	1	513484,20**	4514924,00**	3509052,00**	78669,24**
Fósforo (P)	1	2243,94	2663741,00**	1555953,00**	4764,47
P*N	1	110877,80	889573,20**	265198,70	3076,60
N*M	2	12031,35	1392,02	238612,80	8794,08
P*M	2	248672,10**	157770,90	301123,50*	4857,45
P*M*N	2	8527,03	80305,23	88580,40	343,45
Resíduo (b)	27	42579,05	65083,20	76788,81	7014,40
Média Geral		482,00	657,44	1098,5	248,22
CVa %		73,15	47,47	45,35	46,01
CVb %		42,81	38,80	25,22	33,74

TABELA 2A. Resumo das análises de variância da produção de MS de outras gramíneas em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	137996,20*	10057,18**	78840,10	236,32
Trat. físico (M)	2	98314,21	20982,89**	133485,70	3131,55**
Resíduo (a)	6	35721,58	802,96	56187,74	393,95
Nitrogênio (N)	1	139220,70	82488,86**	482661,40**	866,21
Fósforo (P)	1	125611,80	9266,55	222888,30*	889,13
P*N	1	50183,50	11000,22*	159049,60	135,69
N*M	2	2605,02	8102,16*	24633,12	137,75
P*M	2	77819,43	3432,90	48014,33	370,08
P*M*N	2	32141,69	2829,94	42646,58	85,67
Resíduo (b)	27	44619,97	2292,33	47284,79	761,53
Média Geral		168,42	66,73	219,74	21,64
CVa %		112,21	42,45	107,87	91,70
CVb %		125,41	71,74	98,96	127,51

TABELA 3A. Resumo das análises de variância da produção de MS de plantas invasoras em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	54238,17	3692,64	7781,53**	568,38
Trat. físico (M)	2	7315,27	10387,24	17617,00**	1740,59*
Resíduo (a)	6	5868,73	4527,71	1619,71	384,19
Nitrogênio (N)	1	23494,16	888,81	12364,58*	579,03
Fósforo (P)	1	58703,58*	4148,26	20719,09*	18,32
P*N	1	47295,56*	761,12	10973,69	56,09
N*M	2	2322,36	1997,71	7872,88	1325,61
P*M	2	7028,19	9464,14**	17832,06**	504,36
P*M*N	2	222,30	1270,31	4922,65	276,33
Resíduo (b)	27	10374,41	1255,63	2835,31	400,56
Média Geral		100,42	46,29	64,95	23,49
CVa %		76,28	145,36	61,96	83,41
CVb %		103,23	76,55	81,98	85,17

TABELA 4A. Resumo das análises de variância do teor de PB na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	6,11**	0,01	0,18	0,28
Trat. Físico (M)	2	1,84	0,03	0,001	0,03
Resíduo (a)	6	1,11	0,10	0,17	0,12
Nitrogênio (N)	1	0,45	2,15**	1,60**	2,46**
Fósforo (P)	1	13,23**	1,28**	1,37**	1,54**
P*N	1	0,64	19,72**	20,79**	11,79**
N*M	2	3,80*	0,002	0,002	0,06
P*M	2	3,22*	0,004	0,001	0,07
P*M*N	2	0,37	0,11*	0,01	0,14
Resíduo (b)	27	0,78	0,025	0,05	0,10
Média Geral		9,74	9,51	7,63	7,41
CVa %		10,84	3,36	5,49	4,83
CVb %		9,11	1,68	2,97	4,36

TABELA 5A. Resumo das análises de variância do teor de FDN na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	48,66*	74,29*	26,20	28,22
Trat. físico (M)	2	49,98*	26,42	15,38	44,51
Resíduo (a)	6	11,33	18,72	71,45	46,27
Nitrogênio (N)	1	22,98	6,80	50,10	0,64
Fósforo (P)	1	13,33	47,56*	34,55	13,21
P*N	1	13,90	14,58	15,36	2,13
N*M	2	13,44	1,59	19,80	43,29
P*M	2	11,29	19,46	11,51	15,04
P*M*N	2	30,19*	3,57	24,48	2,59
Resíduo (b)	27	8,71	10,19	41,45	31,00
Média Geral		69,27	70,35	80,12	79,64
CVa %		4,86	6,15	10,55	8,54
CVb %		4,26	4,53	8,03	6,99

TABELA 6A. Resumo das análises de variância do teor de FDA na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	47,61**	1,04	54,68	68,06
Trat. físico (M)	2	16,44*	7,29	78,37	21,74
Resíduo (a)	6	3,60	16,06	50,39	46,03
Nitrogênio (N)	1	2,93	0,28	7,42	17,84
Fósforo (P)	1	32,29*	11,20	0,02	58,76*
P*N	1	0,40	18,05	0,46	25,40
N*M	2	1,66	1,71	1,70	2,74
P*M	2	2,28	9,19	25,07	35,16
P*M*N	2	1,97	8,89	0,68	6,24
Resíduo (b)	27	4,57	10,71	26,01	10,51
Média Geral		38,00	38,17	43,94	45,97
CVa %		4,99	10,49	16,15	14,75
CVb %		5,62	8,57	11,60	7,05

TABELA 7A. Resumo das análises de variância do teor de P na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,01*	0,003	0,61	0,001
Trat. físico (M)	2	0,06**	0,001	0,12	0,006
Resíduo (a)	6	0,66	0,001	0,08	0,006
Nitrogênio (N)	1	0,01	0,007	0,009	0,17
Fósforo (P)	1	0,33**	0,48**	0,11	0,06*
P*N	1	0,01	0,00003	0,06	0,26**
N*M	2	0,003	0,004	0,05	0,004
P*M	2	0,03**	0,005	0,08	0,003
P*M*N	2	0,003	0,006	0,04	0,009
Resíduo (b)	27	0,005	0,006	0,08	0,01
Média Geral		0,516	0,467	0,459	0,453
CVa %		15,74	8,84	62,87	17,52
CVb %		14,95	17,85	61,87	24,09

TABELA 8A. Resumo das análises de variância do teor de K na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,01	0,09*	0,04	0,03
Trat. físico (M)	2	0,04	0,02	0,06*	0,03
Resíduo (a)	6	0,14	0,02	0,01	0,04
Nitrogênio (N)	1	0,001	0,0002	0,09	0,13
Fósforo (P)	1	0,10	0,12	0,10	0,0003
P*N	1	0,02	0,06	0,11	0,01
N*M	2	0,006	0,006	0,007	0,001
P*M	2	0,009	0,007	0,03	0,05
P*M*N	2	0,03	0,005	0,13	0,59*
Resíduo (b)	27	0,04	0,03	0,04	0,17
Média Geral		2,12	2,03	1,70	1,62
CVa %		17,84	7,84	7,22	13,04
CVb %		10,18	9,49	11,70	8,15

TABELA 9A. Resumo das análises de variância do teor de Ca na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,03	0,10**	0,08	0,04
Trat. físico (M)	2	0,17**	0,06**	0,04	0,03
Resíduo (a)	6	0,01	0,007	0,02	0,01
Nitrogênio (N)	1	0,02	0,007	0,003	
Fósforo (P)	1	0,02	0,23*	0,003	0,14
P*N	1	0,002	0,008	0,01	0,15
N*M	2	0,01	0,17*	0,03	0,03
P*M	2	0,009	0,01	0,001	0,03
P*M*N	2	0,03	0,02	0,09	0,01
Resíduo (b)	27	0,01	0,03	0,04	0,05
Média Geral		0,74	0,92	0,76	0,89
CVa %		17,11	9,31	20,83	13,77
CVb %		15,29	21,36	26,32	25,43

TABELA 10A. Resumo das análises de variância do teor de Mg na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,006**	0,002	0,002*	0,002
Trat. físico (M)	2	0,01**	0,002	0,004*	0,004
Resíduo (a)	6	0,001	0,002	0,001	0,002
Nitrogênio (N)	1	0,0008	0,0003	0,00001	0,002
Fósforo (P)	1	0,001	0,02**	0,001	0,001
P*N	1	0,001	0,0001	0,002	0,0003
N*M	2	0,001	0,005	0,002	0,006
P*M	2	0,0008	0,001	0,0009	0,002
P*M*N	2	0,001	0,0003	0,0008	0,001
Resíduo (b)	27	0,001	0,002	0,001	0,004
Média Geral		0,19	0,19	0,18	0,24
CVa %		18,74	19,84	17,33	20,91
CVb %		18,90	24,91	20,61	26,46

TABELA 11A. Resumo das análises de variância do teor de S na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,002*	0,002*	0,003	0,002**
Trat. físico (M)	2	0,002*	0,001	0,001	0,0001
Resíduo (a)	6	0,0007	0,0007	0,004	0,0004
Nitrogênio (N)	1	0,0003	0,15**	0,005	0,0009
Fósforo (P)	1	0,00004	0,01*	0,0003	0,005*
P*N	1	0,003*	0,006	0,02**	0,004*
N*M	2	0,0006	0,001	0,001	0,0002
P*M	2	0,0008	0,00007	0,001	0,00056
P*M*N	2	0,001	0,0003	0,003	0,0009
Resíduo (b)	27	0,0006	0,002	0,002	0,0007
Média Geral		0,16	0,26	0,20	0,18
CVa %		16,39	10,66	30,86	11,95
CVb %		15,65	19,84	25,15	15,27

TABELA 12A. Resumo das análises de variância do Cu na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	0,211**	42,35	100,30	1026,21
Trat. físico (M)	2	3,52	106,47**	43,79	175,41
Resíduo (a)	6	38,22	12,47	52,02	516,31
Nitrogênio (N)	1	5,46	26,55	6,02	66,03
Fósforo (P)	1	81,12	263,67*	157,68	218,02
P*N	1	80,60	22,55	46,02	30,56
N*M	2	1,29	19,85	145,69	130,40
P*M	2	31,04	66,39	41,92	102,52
P*M*N	2	53,30	17,22	158,95	113,14
Resíduo (b)	27	21,18	35,32	55,81	119,72
Média Geral		8,36	10,16	11,33	7,68
CVa %		73,89	34,84	63,61	295,49
CVb %		55,01	58,44	65,89	142,30

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	1666,37**	370,58	1335,28**	524,50
Trat. físico (M)	2	5185,84**	480,51	2941,87**	2234,54**
Resíduo (a)	6	191,17	151,45	136,19	233,85
Nitrogênio (N)	1	122,56	806,88*	2,43	901,33
Fósforo (P)	1	237,18	9936,00**	3891,60**	0,10
P*N	1	18,87	1507,52**	2268,75*	7879,68**
N*M	2	263,17	707,42**	148,21	391,68
P*M	2	79,52	435,09*	104,00	5,62
P*M*N	2	748,75	571,30*	757,14	81,13
Resíduo (b)	27	301,93	115,45	302,30	455,35
Média Geral		117,51	140,51	137,27	129,00
CVa %		11,76	8,75	8,50	11,77
CVb %		14,78	7,64	12,66	16,42

TABELA 13A. Resumo das análises de variância do teor de Mn na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

TABELA 14A. Resumo das análises de variância do teor de Zn na MS de *B. decumbens* em função do tratamento físico e das adubações nitrogenada e fosfatada

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
Bloco	3	13,10	74,16	1331,85	6678,23*
Trat. físico (M)	2	5,25	38,44	1848,22	666,07
Resíduo (a)	6	11,48	56,21	1630,81	2065,50
Nitrogênio (N)	1	23,94	183,69*	0,25	467,50
Fósforo (P)	1	6,38	210,42**	565,12	414,18
P*N	1	8,41	53,97	30,24	503,10
N*M	2	2,07	96,79*	94,91	335,15
P*M	2	21,78	5,26	267,63	313,63
P*M*N	2	6,98	129,77*	17,28	493,50
Resíduo (b)	27	9,00	25,40	273,71	440,54
Média Geral		25,97	31,41	43,98	38,98
CVa %		13,04	23,86	91,81	116,56
CVb %		11,55	16,04	37,61	53,83