RESPOSTAS DE CINCO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS A NÍVEIS DE CALCÁRIO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO

FRANCISCO JOSÉ MITIDIERI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. HERBERT BARBOSA DE MATTOS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1995

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Mitidieri, Francisco José

M684r Respostas de cinco gramíneas forrageiras a níveis de calcário em um
latossolo vermelho-escuro. Piracicaba, 1995.
137p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Calagem

1. Calcário agrícola *2.* Gramínea forrageira - Efeito da calagem *3.* Gramínea
forrageira - Nutrição *4.* Solo de cerrado - Acidez *5.* Escola Superior de Aagricul
tura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.2

**RESPOSTAS DE CINCO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS
A NÍVEIS DE CALCÁRIO EM UM LATOSSOLO
VERMELHO-ESCURO**

FRANCISCO JOSÉ MITIDIERI

Aprovada em: 10.04.1995

Comissão Julgadora:

Dr. HERBERT BARBOSA DE MATTOS
Prof. Dr. FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO
Dr. JOSÉ ALFREDO USBERTI FILHO

I.Z./N.ODESSA
ESALQ/USP
IAC/Campinas

Dr. HERBERT BARBOSA DE MATTOS
Orientador

Aos meus pais

EDENA e JOSÉ

e minha esposa

MIRIAM

pela dedicação, apoio e incentivo.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador científico Dr. Herbert Barbosa de Mattos pela orientação dedicada para a realização deste trabalho.

Aos pesquisadores científicos Dr. Joaquim Carlos Werner e Dr. Valdinei José Paulino pelo acompanhamento na fase experimental.

À pesquisadora científica Maria Tereza Colozza pela orientação nas análises químicas de material vegetal.

Ao Departamento de Química da EALQ/USP e ao técnico de laboratório Fernando Éder Ré e equipe pela realização das análises químicas de solo.

Aos Instituto de Zootecnia de Nova Odessa pela cessão de suas instalações e aos funcionários da casa de vegetação, Maria Alice Crestani, Flávio Rubens de Jesus e Antonio Marco Pigato pelo auxílio na condução da fase experimental.

À minha esposa Miriam V.M. Meloni Mitidieri pelo auxílio nas análises estatísticas e revisão do texto.

Ao Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens.

Aos órgãos CAPES e FAPESP pelo auxílio financeiro.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	x
 1. INTRODUÇÃO	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA	 3
2.1. Os solos de cerrado	3
2.1.1. Características físicas e químicas	4
2.2. O processo de acidificação do solo	5
2.3. O calcário como corretivo do solo	6
2.4. Descrição das espécies utilizadas	7
2.5. Comportamento de gramíneas em relação à saturação por alumínio, à solos ácidos e respostas à calagem	 13
2.5.1. Comportamento do capim <i>Andropogon gayanus</i>	15
2.5.2. Comportamento dos capins <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>B. humidicola</i> e <i>B. brizantha</i> cv. Marandu	 17
2.5.3. Comportamento de <i>Panicum maximum</i>	19
2.6. Efeitos da calagem nos níveis de nutrientes nas forrageiras tropicais	23
 3. MATERIAL E MÉTODOS	 27
3.1. Coleta e preparo do solo	27
3.2. Incubação do solo com óxidos	28
3.3. Espécies estudadas	30
3.4. Delineamento experimental	31
3.5. Semeadura, adubações e condução do experimento em vasos	32
3.6. Análises químicas da parte aérea e raiz	35
3.7. Análises químicas do solo	36

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Solo	37
4.2. Planta	48
4.2.1. Produção de matéria seca - parte aérea e total	48
4.2.2. Peso seco de raiz	53
4.2.3. Número médio de perfilhos/vaso	55
4.2.4. Altura da haste principal	56
4.2.5. Composição mineral - macronutrientes	58
4.2.5.1. Nitrogênio	58
4.2.5.2. Quantidade total de nitrogênio na parte aérea (QTN)	59
4.2.5.3. Nitrogênio nas raízes	64
4.2.5.4. Fósforo	67
4.2.5.5. Potássio	69
4.2.5.6. Cálcio e magnésio	70
4.2.5.7. Enxofre	84
4.2.6. Composição mineral - micronutrientes	89
4.2.6.1. Boro	89
4.2.6.2. Cobre	94
4.2.6.3. Ferro	99
4.2.6.4. Manganês	100
4.2.6.5. Zinco	105
5. CONCLUSÕES	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
APÊNDICE	125

RESPOSTAS DE CINCO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS À NÍVEIS DE CALCÁRIO EM UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

Autor: Francisco José Mitidieri

Orientador: Dr. Herbert Barbosa de Mattos

RESUMO

Com uma área de aproximadamente 180 milhões de hectares, o cerrado brasileiro representa grande potencial para a expansão da pecuária.

A avaliação do comportamento de novos cultivares de gramíneas forrageiras adaptadas à condição do "complexo - cerrado" torna-se importante ferramenta no auxílio à ocupação racional e econômica pela pecuária naquela região.

No presente trabalho avaliou-se o comportamento dos dois novos cultivares *Panicum maximum* cv. Vencedor e *P. maximum* cv. Centenário recomendados para terras ácidas e os cultivares *P. maximum* Jacq. (Colonião cv. IZ-1), *Brachiaria brizantha* (Hoechst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu e *Andropogon gayanus* (Hochst) Hack var. *bisquamulatus* cv. Planaltina. Estas gramíneas foram submetidas à níveis de calcário, cultivadas em solo com características físicas e químicas de solo sob vegetação de cerrado em casa de vegetação em Nova Odessa, no período de outubro de 1990 a março de 1991.

Verificou-se que a elevação dos níveis de calcário proporcionou aumentos no pH, nos teores de P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , na soma de bases (S) e saturação por bases (V%) e na diminuição nos teores de K^+ , acidez potencial (H+Al) e alumínio trocável (Al^{3+}) no solo, 40 dias após a calagem.

Os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário, Marandu e Andropogon apresentaram comportamentos diferentes entre si, quando considerados os diversos parâmetros analisados, porém não aumentaram a produção de matéria seca com o aumento dos níveis de calcário, não se recomendando portanto o uso deste corretivo quando a saturação por bases deste solo estiver em 30% ou acima. No 1º. corte houve efeito negativo da aplicação de calcário na produção de matéria seca dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu a partir de 57,03% de saturação por bases.

Com relação à produção de matéria seca os novos cultivares forrageiros Vencedor e Centenário se comportaram igualmente aos demais cultivares avaliados no trabalho.

A elevação dos níveis de calcário proporcionou aumentos reais nos teores de Ca e Mg no 1º. e 2º. corte, de K e de B no 2º. corte, do teor de Fe no 1º. corte; e diminuição real na percentagem de P no 1º. corte, de Zn no 2º. corte e de Mn em ambos os cortes na matéria seca da parte aérea dos cultivares IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu.

Não houve efeito significativo da aplicação de calcário nos teores de N, P, K, Ca, Mg, teores de B, Cu, Fe e Zn na matéria seca da parte aérea do capim-andropogon no 1º. e 2º. corte e de Mn no 1º. corte. O teor de Mn na matéria seca do 2º. corte diminuiu com a elevação dos níveis de calcário.

No 1º. corte, os novos cultivares Vencedor e Centenário apresentaram maiores teores de K na matéria seca da parte aérea que os cultivares Colônia IZ-1 e Marandu, independente do nível de calcário empregado, e maior percentagem de S nos níveis mais elevados de calcário.

O cultivar Vencedor apresentou maior percentagem de Ca na matéria seca da parte aérea desde o nível 1 (ausência de calcário) até o último nível aplicado do corretivo no 1º. corte e até o nível 2 no 2º. corte.

RESPONSES OF FIVE FORAGE SPECIES TO LIMING LEVELS IN A DARK-RED OXISOL

Author: Francisco José Mitidieri

Adviser: Dr. Herbert Barbosa de Mattos

SUMMARY

With an area around 180 million hectares, the Brazilian savannah represents a huge potential of modern livestock farms.

The evaluation of new acid-soils adapted varieties of grasses plays an important role and it is a tool to provide the rational and economical occupation of that area.

This experiment has evaluated the performance of two new varieties *Panicum maximum* cv. Vencedor and *P. maximum* cv. Centenario, recommended to acid soils, and the varieties *P. maximum* Jacq. cv. IZ-1 *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu and *Andropogon gayanus* (Hochst) Hack var. *bisquamulatus* cv. Planaltina.

The grasses were grown in lime levels in an Oxisol with savannah characteristics in glass-house, Nova Odessa, from October, 1990 to March, 1991.

The increase in lime levels provided increases on soil pH; P, Ca^{2+} and Mg^{2+} ; exchangeable bases (S) and percent bases saturation (V%). On the other hand, they provided decrease on K^+ , potential acidity (H+Al) and on exchangeable Al (Al^{3+}), at 40 days after soil liming.

The tropical grasses IZ-1, Vencedor, Centenario, Marandu and Andropogon presented different behavior when considered all the parameters analysed, although the dry-matter yield did not increase with the increase of lime. In fact, on the first cut there has been a liming depressive effect on dry-matter yield of IZ-1, Vencedor, Centenario and Marandu, when bases saturation reached 57.03%.

Liming has provided increases on Ca and Mg percentage on 1st and 2nd cut (except for Ca, in Marandu), on K percentage and B on 2nd cut, Fe on 1st cut; and decrease on P percentage on 1st cut; on Zn on 2nd cut and Mn on both cuts of IZ-1, Vencedor, Centenario and Marandu shoot dry-matter.

It has not been found effect on N, P, K, Ca, Mg percentages, on B, Cu, Fe and Zn on 1st and 2nd cut, and Mn on 1st cut of Andropogon shoot dry matter. Manganese of shoot dry-matter decreased with the liming increase in the 2nd cut.

In the 1st cut, the new varieties Vencedor and Centenario showed higher K percentage on shoot dry matter than IZ-1 and Marandu, no matter the liming level used, and higher S percentage in the higher levels. Vencedor showed the highest Ca percentage on shoot dry-matter since the 1st level (no liming) to the last liming level in the 1st cut, and to the 2nd level in the 2nd cut.

The experiment showed no liming need when the soil bases saturation percentage is 30% or higher. Considering the dry-matter yield, the new grasses Vencedor and Centenario had the same liming response when compared to the other grasses evaluated in this trial.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, devido à grande extensão territorial, abrange as regiões Equatorial, Tropical e Sub-tropical.

Com uma área de aproximadamente 180 milhões de hectares, o cerrado brasileiro apresenta grande potencial econômico, sendo considerado uma importante alternativa para a expansão da pecuária.

Entretanto, o "complexo-cerrado", como é conhecido, ainda possui desafios e limitações técnicas a serem superados quando se consideram as interações clima-solo-planta.

A avaliação do comportamento de espécies de plantas forrageiras mais adaptadas àquela condição edafoclimática assume papel fundamental na ocupação racional e econômica da região, tornando-se importante ferramenta de trabalho para técnicos e produtores rurais.

Recentemente, a pesquisa oficial tem realizado trabalhos no sentido de lançar no mercado novos cultivares de gramíneas forrageiras, ampliando as opções para a formação de pastagens melhoradas.

Neste contexto, técnicos e pecuaristas deparam-se com dúvidas tais como qual a espécie a ser utilizada em solos problemáticos, uma vez que existem atualmente cultivares oriundos de regiões de clima tropical e solos ácidos, a respeito dos quais pouco se conhece sobre o comportamento em relação à cultivares já utilizados, ou decidindo-se pela correção do solo através da calagem, como seria o comportamento dos cultivares quanto à produção e teores de macro e micro nutrientes.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar cinco gramíneas forrageiras tropicais: *Andropogon gayanus* (Hochst) Hack var. *bisquamulatus* cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf. cv. Marandu, *Panicum maximum* Jacq. (Colonião) cv. IZ-1, *P. maximum* cv. Centenário e *P. maximum* cv. Vencedor (sendo os dois últimos cultivares recém-lançados e recomendados para terras ácidas), cultivados em casa de vegetação, em solo com características de solo de cerrado, submetendo à níveis de calcário.

Foram ainda estudadas a concentração de nutrientes na parte aérea, nitrogênio no sistema radicular das gramíneas e os teores de nutrientes e alumínio no solo nos níveis de correção utilizados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Os Solos de Cerrado

A região dos cerrados, com aproximadamente 180 milhões de hectares, representa a mais viável e econômica alternativa para a expansão da pecuária brasileira (EMBRAPA, 1985b). Deste total, 73% se encontram distribuídos nos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (KORNELIUS et al., 1979). Técnicos e pecuaristas têm realizado grandes esforços para sua colonização racional, a fim de torná-lo mais produtivo.

Entretanto, existem inúmeras dificuldades a serem superadas, tanto que no final da década de 1970 Azevedo e colaboradores¹, citados por AZEVEDO & CAZER (1982), afirmaram que "embora a região dos cerrados se constitua na

¹ AZEVEDO, D.G. et al. Desconhecimento dos Recursos Naturais e Sócio-Econômicos da Área dos Cerrados. In: Pesquisa na região dos cerrados. Planaltina, Centro de Pesquisas na região dos cerrados, 1978. (mimeografado).

mais válida e atual opção para a ampliação da fronteira agrícola do País, é verdade também que seu aproveitamento ainda é dependente de um melhor conhecimento do seu potencial através do levantamento e avaliação de seus recursos naturais e sócio-econômicos".

2.1.1. Características físicas e químicas

Os solos mais representativos da área dos cerrados são os Latossolos Vermelho-Escuros (LE) e os Latossolos Vermelho-Amarelos (LV), que abrangem cerca de 52% da área. Apresentam o perfil bastante profundo, podendo-se encontrar dentro de uma mesma unidade solos com características químicas e físicas diversas (THOMAS et al., 1981). Já as Areias Quartzosas ocupam em torno de 20% da área, com fertilidade natural muito baixa (KORNELIUS et al., 1979).

Goodland², citado por MARTINEZ et al. (1984), mostrou a sequência de intemperismo dos minerais de argila presentes nestes solos. O SiO_2 e Al_2O_3 dão origem a caulinita (Si : Al), e posteriormente à gibsita (Al), com o Fe_2O_3 dando origem à hematita (Fe).

Em termos médios, os percentuais dos principais constituintes da fração argila são 33,8%, 23,4% e 9,1% para caulinita, gibsita e Fe_2O_3 livre, respectivamente. Através de estudos de correlação foi detectado que quanto maior a percentagem de gibsita, menor é a capacidade de troca de cations (CTC) da fração argila (LOPES, 1984).

² GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: Simpósio sobre o cerrado, 3, São Paulo, Editora Edgar Blucher Ltda. 1971. p.44-60.

Possuindo baixa reserva de minerais intemperizáveis, esses solos apresentam acidez elevada, baixa CTC, alta capacidade de fixação de fósforo, alta saturação por alumínio e deficiência quase generalizada de macro e micronutrientes (MENDES, 1972; GALRÃO & LOPES, 1982; LOPES, 1984 e MARTINEZ et al., 1984).

Estas, entre outras características, estão presentes em cerca de 80% dos solos de cerrado e baixam consideravelmente a capacidade de suporte das pastagens, atingindo níveis de ocupação de uma unidade animal para cada 5 hectares (MOURTHÉ, 1972; THOMAS et al., 1981).

2.2. O processo de acidificação do solo

A acidificação do solo pode ser visualizada como um processo contínuo, onde diversas causas contribuem para a mesma. Pode derivar-se da reação da água com a matéria orgânica, dando origem a ácidos orgânicos; da reação da água com o CO₂, formando ácido carbônico; da reação da água com compostos nitrogenados, resultando em ácido nítrico; da formação de ácido sulfúrico, pela oxidação do enxofre por bactérias, ou ainda do hidrogênio resultante do metabolismo vegetal excretado diretamente na rizosfera. Quando a atividade do hidrogênio torna-se suficientemente elevada (pH < 6) as argilas silicatadas são solubilizadas e o alumínio é liberado para a solução do solo (COLEMAN & THOMAS, 1967).

Em solução, o alumínio ocorre na forma hidratada $Al (H_2O)_6^{3+}$. Entretanto, a atração do Al pelo oxigênio da molécula de água é tão forte que tende a

repelir o H^+ ou próton da molécula de água, aumentando a concentração de H^+ na solução. Este processo é chamado de hidrólise e pode resultar em reação ácida também com sais de Mn^{+2} , Fe^{+2} e Fe^{+3} .

2.3. O calcário como corretivo do solo

A prática da calagem (incorporação do corretivo calcário ao solo em doses adequadas), tem sido recomendada e utilizada com bastante sucesso para a correção da acidez, diminuição da toxicidade do alumínio, ferro e manganês, promover a adição dos macronutrientes cálcio e magnésio (MIRANDA et al., 1982; MARTINEZ et al., 1984; SOUZA et al., 1985) e adição de micronutrientes (ALCARDE, 1986), aumentar a disponibilidade de molibdênio, a atividade microbiana e a liberação de nutrientes tais como nitrogênio, fósforo e enxofre pela decomposição da matéria orgânica e ainda aumentar as cargas dependentes de pH e conseqüentemente a capacidade de troca de cátions (PEARSON & HOVELAND, 1974; LOPES, 1984).

Os produtos considerados como corretivos mais comuns da acidez dos solos são o próprio calcário (rocha moída) cujos "materiais neutralizantes" são o carbonato de cálcio - $CaCO_3$ e o carbonato de magnésio - $MgCO_3$, a cal virgem, cujos constituintes neutralizantes são o óxido de cálcio - CaO e o óxido de magnésio - MgO e a cal hidratada ou extinta - $Ca(OH)_2$, escória de siderurgia - sub-produto da indústria do ferro e do aço e calcários marinhos (ALCARDE, 1986).

Dentre os critérios para a avaliação de doses de calcário a ser aplicada está o método da saturação por bases - V%, que em 1983 passou a ser recomendado pelo Instituto Agronômico de Campinas. O método baseia-se na correlação positiva entre a saturação por bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e em alguns casos o Na^+) e o pH, correlação esta mais estreita quando o pH é medido em solução de CaCl_2 0,01N. Tal método leva em consideração ainda a $\text{CTC} = t + [\text{Ca}^{2+} + \text{mg}^{2+} + \text{K}^+ + (\text{H} + \text{Al})]$ sendo o último termo definido por acidez potencial (QUAGGIO, 1983; LOPES, 1984; RAIJ, 1988).

2.4. Descrição das espécies utilizadas

Nos últimos anos, com a degradação da fertilidade natural dos solos e a expansão da fronteira agropecuária em direção ao Brasil Central, novas espécies foram introduzidas e liberadas para plantio por órgãos públicos e privados de pesquisa, com o intuito de oferecer ao pecuarista espécies mais adaptadas àquela condição edafoclimática.

1. *Andropogon gayanus* Kunt. var. *bisquamulatus* (Hochst) Hack cv. Planaltina

Proveniente de Shika, Nigéria, foi trazido para o Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT - Colômbia, em 1973 recebendo a denominação de CIAT - 621. Foi posteriormente introduzido no Brasil recebendo no Centro de Pesquisa

Agropecuária dos Cerrados - CPAC, o número de introdução CPAC - 3082. Em 1980, esta introdução foi indicada para a região dos cerrados recebendo o nome de capim Andropogon, cultivar Planaltina.

Gramínea perene, cespitosa, alcançando até 2 metros ou mais de altura, folhas abundantes, macias, coloração prata-esverdeada, aparência aveludada devido a micropilosidade e possuindo um estreitamento na base, o que lhe confere aspecto de falso pecíolo (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1979; MITIDIERI, 1988).

O seu sistema radicular é denso e profundo, explorando grande volume de solo, justificando sua boa tolerância à seca e a habilidade em retirar minerais de solos pobres. O cultivar apresenta excelente tolerância a baixo pH e alta saturação por Al^{+++} (THOMAS et al., 1981; GOEDERT et al., 1985).

2. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

O nome Marandu (que significa novidade no idioma guarani) foi dado a um ecótipo de *Brachiaria brizantha* que foi selecionado, estudado e liberado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) em conjunto com o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) em 1983-1984.

Pertencente ao gênero *Brachiaria*, classificada como *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv. Marandu, esta gramínea é originária de uma região vulcânica da África, onde os solos geralmente apresentam bons níveis de fertilidade, com a precipitação pluviométrica anual ao redor de 700 mm e cerca de 8 meses de seca no inverno (EMBRAPA, 1985a).

Planta cespitosa, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, apresenta colmos iniciais prostrados, mas produz perfilhos predominantemente eretos. Rizomas muito curtos e encurvados, bainhas pilosas com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entre-nós, escondendo os nós, o que confere a impressão de haver densa pilosidade nos colmos vegetativos.

O cultivar Marandu pode ser diferenciado de outros ecótipos de *B. brizantha* pela associação obrigatória das seguintes características: plantas sempre robustas e com intenso afilamento nos nós superiores dos perfilhos reprodutivos; presença de pêlos na porção apical dos entre-nós, bainhas pilosas, lâminas largas e longas com pubescência apenas na face inferior, e com margens não cortantes, raque sem pigmentação arroxeadada e espiguetas ciliadas no ápice (Valls & Sendultry³, citados por EMBRAPA, 1985a; MITIDIERI, 1988).

Os ensaios de avaliação conduzidos pelo CNPGC-EMBRAPA revelaram a adaptação deste cultivar à região dos cerrados, com alta produção de forragem, persistência e boa capacidade de rebrota, tolerância ao frio, à seca e ao fogo. Responde muito bem à adubação fosfatada apresentando entretanto, boa tolerância a altos níveis de alumínio e manganês no solo. É indicada também como uma excelente alternativa em locais de alta incidência de "cigarrinha das pastagens" (GHISI & PEDREIRA, 1987).

³ VALLS, J.F.M. & SENDULSKY, T. Descrição botânica. In: VALLS, J.F.M. Carta, 6 de julho de 1984. Brasília, para Saladino G. Nunes. Campo Grande, MS, p. 4-6.

3. *Panicum maximum* Jacq. Colonião - IZ-1

O capim colonião, *P. maximum* Jacq., é originário da Costa Oeste da África e foi trazido para Barbados e Brasil nos séculos XVII e XVIII, respectivamente, em navio de escravos. Via de regra, está concentrado na África, Américas Central e do Sul, Nordeste da Austrália, Índia, Sudoeste da Ásia e ilhas do Pacífico (Motta⁴, citado por McCOSKER & TEITZEL, 1975).

Planta perene, com rizomas grossos, colmos eretos atingido até 4 m de altura, possui, em geral, 6 nós pilosos e expostos. Folhas verdes claras, normalmente com comprimento de 100 cm por 1 a 3,5 cm de largura; nervuras verde-escuras, lâmina fortemente quilhada com até 7 subnervuras sub-principais, brancas, colocadas de cada lado da nervura principal acuminada e com margens serreadas e levemente pilosas (OLIVEIRA & ALCÂNTARA, 1978; ALCÂNTARA & BUFARAH, 1979).

É uma das principais gramíneas forrageiras da América tropical, agressiva, com boa resistência ao pisoteio e ao fogo e tida como exigente em fertilidade do solo. Prefere terras profundas, friáveis, levemente arenosas, vegetando bem em locais quentes, onde a precipitação está acima de 900 mm anuais (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1979; MITIDIERI, 1988).

⁴ MOTTA, M.S. *Panicum maximum*. Empire Journal of Experimental Agriculture. 21: 33-41. 1953.

4. *Panicum maximum* cv. IAC Centenário

Segundo USBERTI FILHO (1988), o *P. maximum* IAC Centenário é um híbrido F₁ apomítico, derivado do cruzamento artificial do cv. Angola com a linhagem sexual 28, realizado em 1978. O cultivar Angola, originário da África do Sul foi introduzido no Brasil em 1973 enquanto a linhagem sexual 28 foi selecionada através de eletroforese e testes de progênes, a partir da introdução PI 277933 no Instituto Agrônomo de Campinas.

A planta do IAC - Centenário, quando adulta, apresenta folhas de largura média (2,5 a 3,0 cm) e compridas (70 a 80 cm) e coloração verde escura, com pouca ou nenhuma pilosidade. As bainhas e lígulas, entretanto, são densamente pilosas com variação de intensidade de acordo com a idade da planta.

A altura média da planta, na época do florescimento, varia de 1,80 a 2,20 m enquanto o hábito de crescimento pode ser classificado como semi-ereto. O ciclo normal de florescimento (número de dias da germinação das sementes até 50% das panículas florescidas) é de 140 a 150 dias e o ciclo de maturação de sementes de 170 a 180 dias.

Quanto à tolerância a estresses ambientais, o cultivar IAC - Centenário mostrou-se altamente tolerante ao alumínio, tanto em testes de laboratório como em experimentos de campo.

5. *Panicum maximum* cv. Vencedor

O capim *P. maximum* cv. Vencedor foi lançado pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC - EMBRAPA em 1990, como nova opção de gramínea para formação de pastagens na região dos cerrados.

É resultante de trabalhos de cruzamento e seleção, desenvolvidos inicialmente no Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Colômbia, em 1979. Foi cruzada a linhagem TIFT-49, que apresentava sexualidade e auto-incompatibilidade com os oito melhores acessos de *Panicum* disponíveis no CIAT. As 6 melhores linhagens obtidas, em condições de estresse (pH 4,7 e alta saturação por Al^{3+}) foram transferidas para o CPAC, onde se iniciaram as etapas de avaliação. O acesso registrado sob o número BRA 008826 se destacou e após 4 anos de avaliação foi lançado com o nome de cultivar Vencedor (EMBRAPA, 1990).

O capim Vencedor é uma gramínea cespitosa que atinge até 1,60 m de altura. Possui folhas com 1,9 cm de largura, coloração verde-clara, sem cerosidade e pilosidade. A inflorescência assemelha-se a do colonião comum. É adaptada a solos de média a alta fertilidade, porém praticamente não responde à aplicação de calcário, onde o solo apresenta saturação por bases de 30% (EMBRAPA, 1990).

2.5. Comportamento de gramíneas em relação à saturação por alumínio, à solos ácidos e respostas à calagem

A exata natureza bioquímica da toxicidade por Al é ainda debatida. Propriedades morfológicas, fisiológicas e bioquímicas tem sido associadas a diferenças na tolerância a toxicidade por Al. Entre elas, FOY (1974), apontou a habilidade diferencial de espécies e cultivares em alterar o pH de suas rizosferas. O autor citou trabalhos de sua autoria e colaboradores onde variedades de trigo 'Monon' e cevada 'Kearney' sensíveis a Al induziram um menor valor de pH no meio de crescimento quando comparados com as variedades tolerantes a Al de trigo 'Atlas 66' e de cevada 'Dayton'. Devido ao abaixamento do pH induzido pelas plantas na zona radicular aumentou-se a solubilidade e o potencial de toxicidade do Al. Segundo o autor este seria um começo adequado para a explicação da diferença quanto a tolerância ao Al destas variedades. Citou ainda que para suportar esta hipótese, outros autores, observaram que quando o pH da solução nutritiva foi mantido em 4,2 as variedades 'Dayton' e 'Kearney' de cevada se comportaram igualmente sensíveis ao alumínio.

A capacidade de troca de cátions mais baixa das raízes das gramíneas também pode explicar, em parte, a maior tolerância destas plantas à toxidez pelo Al^{3+} , pois o menor valor de CTC das raízes favorece a absorção de cátions monovalentes, em detrimento dos bi ou trivalentes (HELYAR, 1978; FERNANDES et al., 1984). Outro mecanismo de tolerância ao Al^{3+} citado por HELYAR (1978), envolve a imobilização do alumínio absorvido em complexos orgânicos solúveis ou insolúveis.

BRENES & PEARSON (1973), trabalhando com três espécies de gramíneas em dois solos ácidos, Ultisol e Oxisol, observaram grande diferença entre as espécies quanto à tolerância à acidez e ao alumínio tóxico, sendo o capim 'stargrass' (*Cynodon plectostachyus*) mais tolerante, o milho moderadamente tolerante e o sorgo muito suscetível.

SPAIN & ANDREW (1976), testaram seis espécies de gramíneas tropicais em quatro níveis de saturação por alumínio em solução nutritiva, pH constante de 4,2 e baixo nível de P (0-5 ppm). Observaram boa tolerância ao Al em solução por *Brachiaria decumbens*, cuja produção de matéria seca foi de 4,65 g/vaso e 5,10 g/vaso para 0 e 4,0 ppm de Al respectivamente. Já o capim colômbiano apresentou produções de 6,96 g/vaso e 6,07 g/vaso para concentrações de 0 e 4,0 ppm de Al, respectivamente, sugerindo maior sensibilidade desta espécie à toxicidade. O capim-Buffel (*Cenchrus ciliaris*) foi seriamente afetado pelo Al. Estes resultados também foram relatados por SPAIN (1979).

FERNANDES et al. (1984) estudaram o comportamento de *Brachiaria decumbens* e *Cenchrus ciliaris* em solução nutritiva com níveis de 0; 0,75; 1,5; 3 e 6 ppm de Al. Corroborando com SPAIN & ANDREW (1976), concluíram que a espécie *Cenchrus ciliaris* é mais sensível às concentrações de Al. Ambas as espécies mostraram acentuada redução da CTC radicular com níveis crescentes de Al. Na espécie mais tolerante (*B. decumbens*), essa diminuição da CTC das raízes parece ter favorecido a absorção de K^+ em relação ao Ca^{2+} . Os autores concluíram que o estudo das relações entre CTC e absorção de nutrientes, numa gama ampla de tolerância diferencial ao Al, seria de grande interesse.

LOTERO et al. (1971) citam que em um solo ácido da Colômbia e com teores muito baixos de Ca e K e alto Al trocável, doses de 0 e 4 t/ha de calcário foram estudadas. Aumentos significativos na produção de forragem seca (1,92 t/ha) e produção de forragem verde (10 t/ha) foram obtidos com aplicação do calcário para capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness.) Stapf.) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) respectivamente e decréscimo da produção de MS do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) e pangola (*Digitaria decumbens* Stent), contrariando resultados de WERNER et al. (1967), encontraram ligeiro aumento na produção de MS do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.).

Em outra localidade da Colômbia, LOTERO et al. (1971) citam três experimentos com pastagens de jaraguá, gordura e braquiária. Somente na pastagem de braquiária a adição de 2 t/ha de calcário em presença de 50, 100 e 100 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente resultou em produção de forragem significativamente maior.

Os autores concluíram que os capins jaraguá, pangola e gordura parecem bastantes tolerantes a alta acidez em determinados tipos de solo da Colômbia. O capim-elefante e capim-braquiária responderam mais ou menos satisfatoriamente à aplicação de calcário, principalmente em solos vermelhos de clima médio do Piedemonte Llanero e Llanos Orientais.

2.5.1. Comportamento do capim *Andropogon gayanus*

EMRICH (1972) observou que o capim-andropogon demonstrou considerável resistência à seca e menor exigência quanto à fertilidade e acidez do solo

quando comparado aos capins jaraguá, gordura, pangola e colonião cultivados em solo de cerrado, num experimento de calagem e doses de N, P e K.

Trabalhos conduzidos no CIAT (1978), relatam que níveis de calcário de 0; 0,5; 2,0 e 6,0 t/ha, na forma de carbonato de cálcio, foram aplicados em solos com 90, 85, 50 e 10% de saturação por alumínio, respectivamente. Contudo, os rendimentos máximos do capim-andropogon foram obtidos sem aplicação de calcário.

Segundo a Seção de Fertilidade de Solos e Nutrição de plantas do CIAT (1980), foi estabelecido um experimento com diversas gramíneas e leguminosas tropicais, onde doses de 0; 0,5; 1,0 e 5,0 t de calcário por ha e doses de 0; 17; 117 e 277 kg de P/ha foram aplicados à lanço e incorporados à 20 cm de profundidade. O andropogon apresentou boa resposta à aplicação de fósforo, porém se observou efeito variável do calcário na produção de matéria seca. O trabalho sugere a prática da calagem melhor como forma de adicionar Ca^{2+} e Mg^{2+} do que como corretivo.

GOEDERT et al. (1985) abriram trincheira em parcela instalada em solo de cerrado anteriormente calcariado e também trabalharam com experimento em casa de vegetação, com níveis de Ca num Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, contendo 0,01 e 1,32 meq/100g de Ca e Al trocáveis, respectivamente. Observaram abundante quantidade de raízes até uma profundidade de 180 cm, concluindo que o capim-andropogon tem capacidade de desenvolver um sistema radicular denso e profundo, mesmo em condições adversas de solo e seu crescimento radicular está correlacionado com o nível de cálcio trocável no solo, indicando que o crescimento de raízes é reduzido quando o nível de cálcio trocável for menor que 0,02 meq/100 g.

PAULINO et al. (1989), trabalhando com níveis de fosfogesso, fósforo e calagem, em condições de casa de vegetação com um solo Latossolo Vermelho-Escuro álico, notaram que o capim-andropogon não respondeu à calagem, mostrando maiores produções na ausência de calagem, apresentando portanto, uma boa tolerância à fatores de acidez.

Por outro lado, BARCELLOS & SANZONOWICZ (1987) observaram que a aplicação de doses de calcário promoveram resposta linear para o andropogon. A matéria seca radicular também foi alterada.

COUTO et al. (1991) trabalharam em condições de campo durante 5 anos com capim-andropogon em solo de cerrado de Planaltina-DF, com fontes de P na ausência ou presença de calcário, avaliando produção de MS/ha. A dose utilizada de 1,5 t/ha de calcário melhorou a resposta ao P. A quantidade requerida do fertilizante fosfatado para produzir 2 t/ha de MS foi reduzida de 180 kg P/ha para 78 kg de P/ha com o calcário. Os autores concluíram ainda que embora tenha levado mais tempo, o capim-andropogon estabeleceu-se sem calcário ou P no quarto ou quinto ano, alcançando níveis de produtividade similares às parcelas fertilizadas, confirmando sua excelente adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade.

2.5.2. Comportamento de *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu

Em um solo franco-arenoso de Carimagua, Colômbia, LOTERO et al. (1971) relataram experimento onde foram utilizadas doses de 0, 4 e 8 toneladas de cal

agrícola por hectare em pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), tendo encontrado aumento de 1,7 t/ha de matéria seca por corte com aplicação de 4 t/ha do corretivo, em presença de 50, 100 e 150 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, não obtendo benefício com a aplicação da dose máxima.

Num experimento em casa de vegetação, SIQUEIRA et al. (1980) trabalharam com um solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico, inicialmente com 84% de saturação por Al, aplicando 0; 0,8; 1,3 e 4,0 t de $CaCO_3$ /ha, com as gramíneas *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e *Melinis minutiflora* e observaram aumento significativo no peso da parte aérea das três gramíneas até o nível de 0,8 t $CaCO_3$ /ha. Citando experimentos subsequentes sugeriram que Ca^{2+} ou $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ são mais limitantes ao crescimento das gramíneas estudadas do que a correção da acidez.

Conclusão semelhante para *Brachiaria decumbens* chegaram PEREIRA (1987) e SANZONOWICZ et al. (1987), para as doses de 2,5 t de calcário em Latossolo Vermelho com vegetação de campo limpo e 3,0 t de calcário em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, respectivamente.

PEREIRA (1987) citou trabalho conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC, onde se compararam produções de matéria seca de seis gramíneas num Latossolo Roxo (sub-solo) nos níveis 0, 500 e 1000 kg de $CaCO_3$ /ha. As produções de MS foram de 3,92 e 5,41; 8,18 e 8,96 e 1,83 e 2,16 g/vaso para *B. brizantha* cv. Marandu, *P. maximum* cv. comum e *A. gayanus*, respectivamente para os níveis zero e 1000 kg/ha de $CaCO_3$. Assim, o autor também sugeriu que pequenas aplicações de calcário são suficientes para que as braquiárias atinjam rendimentos máximos.

Trabalhos do CIAT, 1989 com *B. brizantha* cv. Marandu em solo franco-arenoso evidenciaram resposta linear positiva à calagem até o nível de 930 kg/ha de calcário.

Também PREMAZZI (1991), trabalhando com níveis de porcentagem de saturação por bases em forrageiras tropicais em casa de vegetação relatou produção de matéria seca máxima da cultivar Marandu quando o solo atingiu 47% de saturação por bases para o 2º corte. Já a produção total de MS por vaso foi obtida quando a V% atingiu 43, correspondendo à aplicação de aproximadamente 2,4 t/ha de calcário. No 1º corte não foram observadas diferenças significativas de produção de M.S. com elevação da saturação por bases.

2.5.3. Comportamento de *Panicum maximum*

WERNER et al. (1967), em ensaios de vasos usando solo com pH 5,8 da Noroeste do Estado de São Paulo não observaram respostas do capim-colonião à calagem. Os autores concluíram que a elevação do pH pode ter imobilizado certos micronutrientes, promovido retrogradação do fósforo ou que o pH ideal para o desenvolvimento da forrageira seria baixo. Neste nível de pH inicial, parece ser pouco provável que esta gramínea apresente resposta à calagem.

Em outro experimento, com solo do tipo PVA-Laras-álco e com teor médio de Al trocável em capim-colonião estabelecido, WERNER et al. (1979) utilizaram três níveis de calagem 0; 1,50 e 3,375 t de calcário dolomítico/ha. A dose de 1,50 t era

suficiente para neutralizar o Al^{3+} e a dose de 3,375 t suficiente para elevar o pH a 6,5. O experimento foi conduzido por 3 anos, nos quais foram feitos 11 cortes. A produção de MS e proteína bruta não se alteram positivamente com a calagem. No 3º ano verificou-se aumento na concentração de cálcio nas plantas com o aumento da dose de calcário. Houve aumento no pH, nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e redução do Al^{3+} com o aumento da calagem no solo, após dois anos de condução do experimento.

COUTO et al. (1985) estudaram o efeito residual de fósforo e calagem em quatro gramíneas tropicais num Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado. Observaram que o *P. maximum* cv. Makueni foi capaz de utilizar o fósforo residual mais eficientemente, produzindo mais que o dobro de MS com o mesmo teor de P no tecido na parcela com calcário se comparada à parcela sem o corretivo.

Num ensaio de três anos de duração em solo arenoso de cerrado, GOMIDE et al. (1986) estudaram os efeitos da calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção do capim-colonião. Observaram efeito significativo no 1º ano apenas para o superfosfato triplo. Entretanto, no 2º ano diferenças significativas de produção de MS/ha foram observadas apenas para o efeito de calagem, quando este foi incorporado ao solo 3 meses antes do plantio, não havendo efeito quando aplicado em cobertura sobre a pastagem. O teor médio de cálcio na gramínea elevou-se de 0,30% no 2º ano para 0,41% no 3º ano, sugerindo também aumento na disponibilidade do elemento com o decorrer do tempo. A aplicação do calcário com ou sem incorporação resultou num teor médio de cálcio da forrageira nos últimos 2 anos da ordem de $0,37\% \pm 0,06\%$, enquanto na ausência de calcário observou-se o valor médio de $0,32 \pm 0,06\%$ de Ca.

JANK et al. (1987) avaliaram, durante 2 anos, 156 ecótipos de *Panicum* sp. em solos de baixa fertilidade em parcelas sem adubação e com adubação de 1,5 t de calcário dolomítico, 160 kg de P_2O_5 , 80 kg de K_2O , 40 kg FTE e 50 kg N por hectare. Cerca de 40% dos ecótipos estudados apresentaram maior produção anual de matéria seca de folhas e melhor distribuição desta ao longo do ano comparadas ao cultivar "Colonião" utilizado como testemunha. O cultivar "Colonião", sem adubação, produziu metade da produção no solo adubado, sendo superado por 64% dos ecótipo avaliados.

USBERTI FILHO et al. (1987) trabalharam com diversos híbridos e cultivares de capim-colonião em solução nutritiva com 0, 12 e 24 mg/litro de Al^{3+} e em ensaios posteriores de campo em solos de comprovada acidez (pH em torno de 4,0) e baixa fertilidade natural (saturação por bases em torno de 10%). Os autores citaram que a concentração de 24 mg Al^{3+} /litro possibilitou boa separação dos materiais quanto à tolerância ao alumínio. Concluíram que os híbridos H-10, H-12 e H-13 mostraram-se altamente tolerantes, com reduções significativas no comprimento médio de raiz apenas na concentração de 24 mg/litro, enquanto o cultivar 'Guiné' revelou-se altamente intolerante. Materiais de ciclo tardio (H-55B, H-71B e cultivar Tobiata) apresentaram moderada tolerância, enquanto os de ciclo precoce (H-05, H-30, H-42 e cultivar coloninho) mostraram-se intolerantes ao alumínio. Os resultados de campo mostraram boa correlação com os de casa de vegetação, tendo o híbrido H-12 (IAC-Centenário) revelado o melhor desempenho nos ensaios regionais.

BARCELLOS & SANZONOWICZ (1987) estudaram a resposta ao calcário e fósforo de três cultivares de *P. maximum* (colonião, CPAC-3148 e CPAC-3273)

selecionados em condições de baixa fertilidade do solo, comparando-os com o *Andropogon gayanus* em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso, em casa de vegetação. Todas as gramíneas testadas aumentaram a sua produção de matéria seca com a aplicação de 0,3; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,7 t/ha e 18; 72; 120; 168 e 222 kg/ha de calcário dolomítico e P_2O_5 , respectivamente. A aplicação de calcário resultou em efeito quadrático para os cultivares de *P. maximum*. A matéria seca radicular não foi alterada com a aplicação de calcário; o mesmo ocorreu com o número de perfilhos e o teor de P nos tecidos respectivamente, com exceção para o *P. maximum* - colônio e *P. maximum* CPAC-3148. Os autores concluíram que a capacidade dos três cultivares de *P. maximum* de se adaptar a acidez do solo foi semelhante.

Por outro lado, HUTTON & SOUSA (1987), trabalhando com linhagens de *Panicum* sp. obtidos no CIAT-Colômbia através de seleção para estresse em oxissolos (pH 4,7; alta saturação por Al^{3+} , baixa disponibilidade de Ca e P), observaram que o híbrido CPAC-3148 obteve maior produção de MS em relação aos cultivares controle Makueni e Colônio. O CPAC-3148 produziu 2834 kg de MS/ha contra 2050 kg de MS/ha e 900 kg de MS/ha para os cultivares Makueni e Colônio, respectivamente, num experimento sem adubação adicional. O trabalho, concluíram os autores, mostrou a possibilidade de, através do melhoramento, obter-se cultivares de *Panicum* sp. adaptados a latossolos com baixos níveis de pH, P e Ca.

Experimentos em andamento conduzidos pelo CIAT (1990), com Ca x P x espécies de gramíneas mostraram que *P. maximum* CPAC 3148 tem apresentado igual comportamento que *B. brizantha* cv. Marandu. Houve forte resposta ao P e nenhuma resposta quantificável em relação à calagem.

O cultivar *P. maximum* CPAC-3148 foi lançado como *P. maximum* cultivar Vencedor, estudado neste trabalho (LAPOINTE⁵).

THOMAS & LAPOINTE (1989) conduziram experimento de campo com 27 acessos de *Panicum maximum*, em duas localidades em Carimagua (Colômbia), em um Oxissol de pH 4,8 e saturação por Al de 90%, sem aplicação de calcário. Em ambos locais, 6 acessos produziram mais matéria seca de folha que os cultivares controles Petrie e Colômbia comum. Os acessos CIAT 6799, 6944, 16019 e 16042 foram mais produtivos em ambos locais, cuja variação de textura do solo foi de 7 e 33% de areia. Os autores concluíram que a identificação de cultivares de *Panicum* sp. edaficamente adaptados e que também possuam resistência a cigarrinha das pastagens aumentam as opções de plantas forrageiras para serem utilizadas pelo pecuarista.

2.6. Efeitos da calagem nos níveis de nutrientes em forrageiras tropicais

Os níveis de minerais nas plantas variam, via de regra, com diversos fatores. Entre eles, a diferença genética entre as espécies e cultivares, o estágio de maturação fisiológica, a época do ano, a parte da planta amostrada, a mobilidade dos nutrientes na planta, a textura e fertilidade natural do solo onde a planta se encontra, o tipo

⁵ LAPOINTE, S. (CIAT, Tropical Pastures Programme, Cali, Colombia). Comunicação pessoal, 1992.

e dosagem do corretivo ou fertilizante utilizado e as interações entre os nutrientes no solo e na planta (OLSEN, 1972; EPSTEIN, 1975; LOURENÇO & SARTINI, 1982; PAULINO et al., 1987; SOUZA et al., 1989).

A aplicação de calcário provoca profundas alterações no sistema solo-planta (RAIJ, 1981; LOPES, 1984; MARTINEZ et al., 1984). Tanto que, em trabalhos onde doses de calcário são utilizadas, além da matéria seca, alterações nos teores de nutrientes das plantas tem sido relatadas, conforme a espécie estudada.

ABRUÑA & FIGARELLA (1957), trabalhando num solo ácido de Porto Rico com doses de P e calcário, não encontraram diferenças no teor de proteína, Ca e P na parte aérea do colônio nas parcelas calcariadas, mas obtiveram efeito do calcário na produção de matéria seca e teor de proteína para a espécie Kudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*).

Porém, ABRUÑA et al. (1964), trabalhando com alta dose de fertilizante e níveis de calcário calcítico em capim-napier, colônio e pangola encontraram aumento da percentagem de Ca e diminuição do Mn nas três gramíneas com o aumento da calagem.

No trabalho de WERNER et al. (1979), o efeito do calcário em capim-colônio foi bem evidente no aumento dos teores de Ca no 3º ano de condução do experimento, passando de 0,34% para 0,42% na MS nos tratamentos sem calagem e com 3,37 t/ha do corretivo, respectivamente. A calagem não alterou os teores de P e proteína bruta da forragem. Já os teores de potássio apresentaram tendência de diminuição no primeiro ano do ensaio, passando de 1,83% para 1,71% e no segundo ano, de 2,13% para

2,05% diante da aplicação dos níveis de calcário, respectivamente. Esta diminuição no teor de potássio com o aumento da calagem também foi observado por JONES & FREITAS (1970), trabalhando com quatro leguminosas forrageiras e por MONTEIRO & CARRIEL (1987) para colonião com aplicação de gesso.

LIMA & MATTOS (1982), estudando a composição mineral de cinco cultivares de *Stylosanthes* em um solo de cerrado paulista constataram que a ausência da calagem provocou aumento nos teores de K, bem como Mn e Zn. Por outro lado, a omissão de K⁺ provocou a elevação nos teores de Ca, Mg, Cu e Mn em três dos cinco cultivares testados. Sintomas de toxidez pelo Mn em soja-perene (*Neonotonia Wheigti* cv. Tinaroo), foram observados por COLOZZA et al. (1983) e MONTEIRO et al. (1983), na ausência de calagem.

Já GOMIDE et al. (1986), trabalhando com calagem e fontes de fósforo em solo arenoso de cerrado observaram do 2º para o 3º ano de condução do experimento aumentos nos teores de Ca no capim colonião de 0,30% para 0,41%, respectivamente. Os teores de Mg na matéria seca da gramínia subiram de 0,16% no segundo ano para 0,20% no terceiro ano, sugerindo interação entre a calagem e o fosfato de rocha.

CARRIEL et al. (1989) em experimento conduzido em casa de vegetação com os capins *Braquiaria decumbens*, colonião e gordura verificaram que a omissão de calagem limitou os teores de Ca na parte aérea somente do colonião e os teores de Mg para todas as gramíneas. O colonião apresentou teores mais elevados de Ca tanto na presença como na ausência de calagem, com teores mais altos de Mg que os outros dois

capins na presença de calagem e mais baixos de Mg na ausência do corretivo. Com os teores de K ocorreu fato similar ao verificado com os teores de Mg, contrariando os resultados obtidos por WERNER et al. (1979) e MONTEIRO & CARRIEL (1987).

COUTO et al. (1991) trabalhando com capim *andropogon* encontraram aumento na resposta desta gramínea ao fósforo aplicado, sendo as maiores produções observadas nos tratamentos com calcário em todos os níveis de P, exceto o mais baixo. Porém, os dados disponíveis não permitiram concluir se este resultado foi devido à diminuição da fixação do P pelo solo, melhora na absorção do P ou efeito da melhor nutrição da planta pelo fornecimento do Ca^{2+} .

PREMAZZI (1991) encontrou efeito de queda nos teores de cobre para *Braquiaria brizantha* (1º corte) até o nível de 42% de saturação por bases, elevando-se em seguida. Já para o colonião (1º corte) observou aumento nos teores deste micronutriente até o nível de V = 37% após o qual ocorreu queda. O teor de ferro na parte aérea no 2º corte da *Braquiaria* sp. teve uma diminuição de até V = 34%, a partir de então apresentou tendência de elevação com o aumento da V%. Os teores de zinco e manganês diminuíram em função da elevação da V% para o colonião e brizantha no 1º e 2º cortes. Para a brizantha no 2º corte ocorreram aumentos no teor de boro. Para as outras espécies estudadas, efeitos de "diluição" e "concentração" devido à maior e menor produção de MS foram observadas para este micronutriente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, na casa de vegetação da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras na Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, SP, no período de outubro de 1990 a março de 1991.

3.1. Coleta e preparo do solo

Foram coletados cerca de 500 kg de solo em outubro de 1990 na fazenda experimental e campus da Universidade de São Paulo/USP/Pirassununga, SP a profundidade de 25 cm em diversos pontos de um talhão, solo este classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, álico, textura argilosa.

O solo foi peneirado, homogeneizado e espalhado sobre lona plástica para secagem à sombra. Nesta fase foram retiradas três amostras compostas para análise física e química.

Após o período de secagem, o solo foi colocado em sacos plásticos de forma que coubessem nos vasos. O peso atingido foi de 4,8 kg. Efetuou-se, então, a pesagem de 80 sacos com solo.

3.2. Incubação do solo com óxidos

A incubação do solo com óxidos de cálcio e magnésio (tratamentos com calagem) se deu no dia 19/11/1990, com o intuito de atingir 10, 30, 50 e 70% de saturação por bases (V%), sendo o primeiro nível (ausência de calagem) a V% original do solo. Os níveis seguintes foram calculados a partir do primeiro, utilizando-se o método do IAC, cuja fórmula é:

$$NC = \frac{T.(V_1 - V_2)}{100}$$

Na Tabela 1 encontram-se as quantidades dos óxidos de cálcio e magnésio em g/vaso e o correspondente em tonelada de calcário/ha que foram utilizadas.

Tabela 1. Quantidades de óxidos de Ca e Mg e correspondente calcário empregados nos níveis de calagem utilizados.

Trat.	V ₁	V ₂	CaO	MgO	Calcário c/23% CaO e 15% MgO (t/ha)
	%		g/vaso		
1	10	10	-	-	-
2	10	30	1,06	0,694	2,41
3	10	50	2,13	1,390	4,83
4	10	70	3,20	2,080	7,25

Após a pesagem dos óxidos, estes foram misturados ao solo agitando-os manualmente, obedecendo o seguinte critério:

- nível 1 - sem calcário: agitados durante 3 minutos;
- níveis 2, 3 e 4 com níveis de calcário: agitados durante 5 minutos.

Os sacos plásticos com solo foram acondicionados em vasos de cerâmica previamente impermeabilizados com neutrol. Todos os vasos receberam a adição de 0,9 litros de água destilada de forma a atingir a capacidade de campo do solo. Este valor foi obtido através de teste de capacidade de campo efetuado previamente num vaso mantido exatamente nas mesmas condições dos demais.

Os vasos foram distribuídos em bancas de madeira e cobertos com lona plástica preta, para incubação. Semanalmente foram feitas pesagens de alguns vasos

escolhidos ao acaso para avaliação da perda de água e cálculo aproximado da reposição. Este procedimento, com duração de 40 dias, seguiu-se até o dia 28/12/1990, quando a lona plástica foi removida e os vasos deixados para secar.

Neste período, 16 amostras de solo compostas foram retiradas, sendo 4 de cada nível de calagem e enviadas ao laboratório para análise química.

3.3. Espécies estudadas

Foram utilizadas 5 gramíneas forrageiras tropicais:

- *Andropogon gayanus* (Hochst) Hack var. *bisquamulatus* cv. Planaltina;
- *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu;
- *Panicum maximum* Jacq. cv. Colonião IZ-1;
- *Panicum maximum* cv. Centenário e
- *Panicum maximum* cv. Vencedor (CPAC-3148;

As sementes do *A. gayanus* e do *P. maximum* Vencedor procedentes do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC/EMBRAPA de Planaltina - DF, e as sementes de *B. brizantha*, *P. maximum* cv. IZ-1 e *P. maximum* cv. Centenário procedentes do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa.

3.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi montado inicialmente com cinco gramíneas e quatro níveis de calcário, com 4 repetições, cujo delineamento estatístico foi o de "blocos casualizados em arranjo fatorial".

Porém, devido ao lento estabelecimento e crescimento do capim-andropogon, também observado por THOMAS et al. (1981) e COUTO et al. (1991), seu período de crescimento foi aumentado em 9 dias em relação as outras espécies tanto no 1º como no 2º corte; do contrário não se iria obter material da parte aérea suficiente para as análises propostas. Não se prolongou o período de crescimento dos outros cultivares devido às adubações já realizadas e um possível comprometimento do efeito dos tratamentos por limitação de crescimento e devido a insuficiência de outros nutrientes.

Assim a análise estatística foi realizada em arranjo fatorial com 4 espécies e 4 níveis com 4 repetições, e o capim-andropogon foi analisado separadamente, sendo 1 espécie x 4 níveis de calagem com 4 repetições, com delineamento de "blocos casualizados".

Durante todo o período vegetativo as bancas (blocos) foram mudadas de posição semanalmente dentro da casa de vegetação.

As médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para estudar o comportamento dos capins nos níveis de calcário foram estimadas as equações de regressão para as variáveis estudadas.

3.5. Semeadura, adubações e condução do experimento em vasos

A semeadura foi realizada no dia 03/01/1991, manualmente, em um sulco com aproximadamente 1,0 cm de profundidade.

A quantidade de sementes foi tal que dependendo do Valor Cultural de cada espécie, garantisse um "stand" inicial de aproximadamente 20 plântulas por vaso. Em seguida realizou-se a cobertura dos sulcos.

A adubação básica levou em consideração os seguintes pontos:

- a análise química inicial do solo;
- a produção de matéria seca provável e sua extração de nutrientes e
- o volume limitado de solo a ser explorado por planta, visto tratar-se de experimento em vasos.

Assim, logo após a semeadura, foram adicionados aos vasos 50 kg de P/ha e 63 kg de K/ha na forma de KH_2PO_4 ; 2,0 kg de Zn/ha e 1,0 kg de S/ha na forma de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, em solução. Seguiu-se a reposição da umidade dos vasos até atingir novamente a capacidade de campo. O nitrogênio e o restante do potássio e enxofre foram adicionados em cobertura.

A germinação se deu no dia 07/01/1991, com exceção da cultivar Centenário, que germinou nos dias 10 e 11/01/1991.

Os desbastes foram realizados a cada três dias, de forma sistemática e gradativa, objetivando sempre a melhor localização e vigor das plantas, obtendo-se "stands" de 20, 17, 15, 10, 7 e finalmente 5 plantas por vaso.

A primeira adubação de cobertura foi realizada no dia 14/01/1991, na forma de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ p.a. em solução, cujas quantidades de nitrogênio e enxofre foram 50 e 57,1 kg/ha, respectivamente.

A segunda adubação de cobertura foi realizada no dia 28/01/1991, utilizando-se KNO_3 p.a. em solução, cujas quantidades de N e K foram 18 e 50 kg/ha, respectivamente.

As adubações de plantio e cobertura objetivaram a não limitação de nutrientes para o desenvolvimento das plantas.

A contagem do número médio de perfilhos por vaso (número de perfilhos total de cada vaso dividido pelo número de plantas do vaso) foi efetuada semanalmente, e a medição da haste principal de três plantas por vaso (da base da haste até o último nó) foi realizada no dia do 1º corte.

O primeiro corte foi realizado no dia 05/02/1991 em todas as espécies, com exceção do capim-andropogon, que apresentou extremo retardamento no desenvolvimento vegetativo, sendo cortado 9 dias após. Assim, esta espécie teve 38 dias de crescimento contra 29 dias das demais.

A uma altura de 3 a 4 cm, os cortes foram efetuados em todos os perfilhos visando a não remoção do meristema apical. Porém, os perfilhos principais de cada planta do cultivar Marandu foram removidos.

O material verde de cada vaso foi acondicionado em sacos de papel, seguindo para secagem em estufa com ventilação forçada, onde permaneceram por 60 horas a uma temperatura de 65°C, até atingirem peso constante.

O solo foi amostrado no mesmo dia, tomando-se três amostras simples de cada vaso, que foram unidas uma única amostra composta, obtendo-se 80 amostras de solo, uma por repetição, que seguiram para análise química de pH, macronutrientes, acidez potencial ($H + Al$), porcentagem de matéria orgânica (M.O.) e alumínio trocável (Al^{3+}).

No dia 13/02/1991 foi realizada a primeira adubação de cobertura na rebrota visando a reposição dos nutrientes extraídos. Utilizou-se o KNO_3 p.a. em solução cujas quantidades de N e K foram 27 e 75 kg/ha, respectivamente, e ainda o $(NH_4)_2SO_4$ p.a. em solução com o intuito de completar a adubação nitrogenada com 28 kg/ha, repondo ainda 32 kg de S/ha.

Uma segunda adubação foi realizada nos dias 20/02/1991 para os cultivares Marandu, IZ-1, Centenário e Vencedor e 22/02/1991 para o capim-andropogon, utilizando-se o NH_4NO_3 p.a. em solução em quantidade equivalente a 55 kg de N/ha.

Durante a rebrota, sintomas de doenças foliares, possivelmente helmintosporiose e cercosporiose, foram notados nos cultivares de *Panicum*, porém não evoluíram, ficando restritas a alguns vasos. Também foi notado um amarelecimento com posterior secamento de folhas mais velhas dos cultivares do gênero *Panicum*. Atribuiu-se o fato ao excesso de calor e alta luminosidade após um longo período de dias nublados.

O segundo corte foi realizado no dia 05/03/1991, para todas as espécies, com exceção do andropogon, cujo corte foi realizado em 14/03/1991.

A altura do corte foi o mais rente ao solo possível, no colo da planta, com a parte aérea seguindo o mesmo procedimento adotado para o primeiro corte.

A cada corte foi realizada a contagem do número de perfilhos por planta. Utilizou-se o parâmetro "número total médio de perfilhos/vaso".

O solo foi novamente amostrado, procedendo-se como a amostragem anterior, evitando-se a retirada de terra dos furos realizados anteriormente.

As raízes foram lavadas em água corrente e em seguida colocadas para secar em estufa, a 65°C durante 60 horas, em média.

Todas as amostras, após a pesagem para obtenção do parâmetro "produção de matéria seca" em g/vaso, seguiram para a moagem em micromoinho com peneira de 20 "Mesh" e foram acondicionadas em vidros com tampa plástica seguindo para análises químicas no laboratório do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, SP.

A produção de matéria seca total foi obtida pela soma da produção de matéria seca do 1º e 2º corte e matéria seca das raízes.

3.6. Análises químicas da parte aérea e raízes

Na parte aérea, em ambos os cortes, foram analisadas o nitrogênio (digestão sulfúrica com catalizadores, destilação em microdestilador e titulação), fósforo (digestão nitro-perclórica e leitura em colorímetro), potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre e zinco (digestão nitro-perclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica) e boro (método colorimétrico-curcumina (BATAGLIA et al., 1983).

Nas raízes foi analisado o nitrogênio segundo método acima descrito.

3.7. Análises químicas do solo

As análises químicas foram realizadas para determinação de H+Al, Al^{+3} trocável, matéria orgânica e pH (RAIJ et al., 1987):

- índice de pH em solução $CaCl_2$ 0,01M;
- matéria orgânica: oxidação da matéria orgânica do solo por solução de dicromato de sódio em ácido sulfúrico à frio e posterior determinação colorimétrica;
- H+Al: solução tampão SMP;
- P: extraído pelo método da resina trocadora de íons e determinado colorimetricamente pelo método do molibdênio azul;
- Ca, Mg e K: extraídos por resina trocadora de íons, sendo o Ca e Mg determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chama de emissão;
- Al trocável: extraído por solução de KCl 1N pH 7,0 e determinado através do método titulométrico com solução de NaOH 0,02N.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Solo

Os resultados das análises das amostras de solo retirados após o período de 40 dias de incubação com óxidos de cálcio e magnésio (antes do plantio) se encontram na Tabela 2 e Figuras 1 e 2.

Observaram-se efeitos significativos ($p < 0,01$) das doses de calcário nas características químicas do solo, representadas pelo aumento do P disponível e diminuição do teor de K disponível a partir do nível 2 de calcário onde $V = 37,95\%$ tornando-se constante até o nível mais elevado de calagem, no aumento do pH, diminuição na acidez potencial ($H + Al$) e teores de Al^{+3} e elevação dos níveis de saturação por bases $V\%$, desde o nível 2 até o último nível utilizado.

Tais alterações nas características do solo são relatadas pela literatura, com alguma variação, quando se estuda o uso de calagem em solos tropicais (WERNER et al., 1967; JONES & FREITAS, 1970; WERNER et al., 1979; COUTO et al., 1985; GOEDERT et al., 1985; PAULINO et al., 1989 e PREMAZZI, 1991).

Tabela 2. Resultado da análise química do solo realizada 40 dias após incubação (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	pH (CaCl ₂)	M.O. %	Pres (µg/cm ³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%	m ¹ (%)
				meq/100cm ³								
1	4.35d	3,86a	3,45b	0,25a	1,01c	0,77c	2,05c	7,16a	2,37a	9,20a	22,10d	54
2	4.67c	3,35a	4,80a	0,16b	1,55bc	1,35c	3,17bc	5,18b	1,03b	8,35a	37,95c	24
3	5.11b	3,94a	5,15a	0,15b	2,47b	2,07b	4,67b	3,78c	0,37c	8,47a	55,35b	7
4	5.45a	3,77a	4,85a	0,11b	3,49a	2,91a	6,50a	3,18c	0,27c	9,70a	66,62a	4
Teste F	**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	**	
Reg.Linear	(0,99)**	n.s.	**	(0,81)**	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	**	**	n.s.	(0,99)**	
Reg.quadr.	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	(0,99)**	n.s.	n.s.	
C.V. (%)	1,16	12,06	9,01	23,62	18,88	17,88	17,62	6,41	10,81	9,49	6,07	

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

¹ Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 3. Resultados da análise química do solo em amostras coletadas após o 1º. corte para os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 observações).

Níveis de calcário	pH (CaCl ₂)	M.O. %	Pres (µg/cm ³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%	m ¹ (%)
				meq/100cm ³								
1	4.28d	3,46a	16,54a	0,13a	1,08d	0,64d	1,85d	4,79a	2,33a	6,65b	30,81d	54
2	4.49c	3,58a	18,24a	0,14a	1,86c	1,19c	3,19c	3,92ab	1,30b	7,14b	45,81c	29
3	4.82b	3,68a	16,58a	0,13a	2,68b	1,72b	4,54b	3,38bc	0,51c	7,92ab	57,03b	10
4	5.20a	3,44a	15,97a	0,15a	3,68a	2,40a	6,24a	2,79c	0,23d	9,03a	68,83a	3
Teste F	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	
Reg.linear	**	n.s.	n.s.	(0,78)*	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	**	(0,97)**	(0,99)**	
Reg. quadr.	(0,99)**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.	
C.V. (%)	2,64	8,44	15,72	19,69	23,32	24,95	22,86	30,58	14,42	18,30	19,42	

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

¹ Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 1. Efeito dos níveis de calcário no pH, P, K e Ca²⁺ do solo 40 dias após a incubação com óxidos de cálcio e magnésio.

Figura 2. Efeito dos níveis de calcário no Mg^{2+} , Al^{3+} e V% do solo 40 dias após a incubação com óxidos de cálcio e magnésio.

Todavia, a ausência de calcário, que refletia a V% original do solo quando este foi coletado ($V = 10\%$) quando do plantio apresentou 22,10% de saturação por bases. Atribuiu-se esta diferença à variação de resultados entre laboratórios, pois as análises iniciais foram efetuadas em laboratórios distintos ao das demais análises, ainda que ambos utilizassem a mesma metodologia.

Assim os valores de V% obtidos 22,10%, 37,95%, 55,35% e 66,62% foram diferentes dos propostos em todos os tratamentos 10%, 30%, 50% e 70%, respectivamente, por ocasião do plantio.

Somente a partir do nível 3 com $V = 55,35\%$ (Tabela 2) houve neutralização do Al^{+3} a níveis considerados não tóxicos (abaixo de 0,5 meq/100 cm^3) em solos cultivados com pastagem de acordo com WERNER (1986).

Resultados semelhantes foram obtidos para as análises de solo realizadas a cada corte. Houveram aumentos altamente significativos do teor de Ca e Mg, no pH, na S, e na V% com a elevação dos níveis de calcário, bem como a diminuição da acidez potencial ($H + Al$) e teores de Al^{+3} , em todas as espécies (Tabelas 3, 4, 5, 6 e 7 e Figuras de 3 a 6). No solo onde foi cultivado o capim-andropogon houve aumento altamente significativo do teor de K com o aumento da calagem no 1º. corte (Tabela 4).

A análise do solo onde foram cultivados os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu revelaram ocorrer interação significativa para níveis de calcário e espécies quanto ao P e K disponível no solo no 1º. corte (Tabela 7). Comparando-se os solos quanto ao teor de P dentro de cada nível de saturação por bases atingido e os cultivares estudados notou-se que com $V = 30,81\%$ os solos dos cultivares

Tabela 4. Resultados da análise química do solo em amostras coletadas após o 1º. para o capim-andropogon (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	pH (CaCl ₂)	M.O. %	Pres (µg/cm ³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%	m ¹ (%)
				meq/100cm ³								
1	4,46d	3,25a	14,60a	0,34c	1,15 c	0,79d	2,30c	5,43a	2,25a	7,72b	28,37c	49
2	4,67c	3,31a	16,97a	0,49ab	2,24b	1,43c	4,17b	4,13b	1,15b	8,27ab	49,90b	22
3	4,99b	3,25a	15,50a	0,40bc	3,11 ab	2,07b	5,57b	3,35c	0,47c	8,95ab	62,42a	8
4	5,40a	3,21a	16,92a	0,56a	3,93a	2,65a	7,12a	2,60d	0,10d	9,75a	73,20a	1
Teste F	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	*	**	
Reg.linear	**	n.s.	n.s.	(0,61)**	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	(0,98)**	**	(0,99)**	(0,97)**	
Reg.quadr.	(1,00)*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.	
C.V. (%)	1,61	16,01	14,05	12,70	16,87	14,68	13,69	7,33	10,64	7,84	10,40	

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

¹ Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 5. Resultados da análise química do solo em amostras coletadas após o 2º. corte para os cultivares Colômbia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	pH (CaCl ₂)	M.O. %	Pres (µg/cm ³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%	m ¹ (%)
				meq/100cm ³								
1	4,40d	3,15a	13,36a	0,13a	1,09d	0,71d	1,99d	5,42a	2,38a	7,25c	27,84d	54
2	4,60c	3,21a	14,00a	0,14a	1,81c	1,09c	3,05c	4,22b	1,36b	7,26c	42,07c	32
3	4,90b	3,10a	15,06a	0,12a	2,82b	1,69b	4,65b	3,48c	0,53c	8,12b	57,16b	11
4	5,17a	3,22a	15,52a	0,13a	3,85a	2,37a	6,36a	2,79c	0,26d	9,16a	69,56a	4
Teste F	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	
Reg.linear	(0,99)**	n.s.	(0,98)*	n.s.	(0,99)**	**	(0,99)**	(0,99)**	**	**	(0,99)**	
Reg.quadr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.	(0,99)**	(0,99)**	n.s.	
C.V. (%)	1,86	7,62	20,51	16,81	17,77	20,34	16,92	18,81	17,33	11,14	13,76	

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

¹ Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 6. Resultados da análise química do solo em amostras coletadas após o 2º. corte para o capim-andropogon (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	pH (CaCl ₂)	M.O. %	Pres (µg/cm ³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	H+Al	Al ³⁺	CTC	V%	m ¹ (%)
				meq/100cm ³								
1	4,31d	3,61a	10,42a	0,23a	0,99c	0,61c	1,85c	6,65a	2,75a	8,50a	21,55d	60
2	4,62c	3,38ab	12,55a	0,22a	2,04bc	1,47bc	3,75bc	4,85b	1,12b	8,60a	43,57c	30
3	4,90b	3,20b	12,92a	0,32a	2,96ab	2,11ab	5,40ab	4,05c	0,61c	9,45a	57,12b	10
4	5,31a	3,13b	15,87a	0,25a	4,11a	2,79a	7,15a	3,10d	0,29d	10,25a	69,05a	4
Teste F	**	*	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	**	
Reg.linear	(0,99)**	(0,95)**	(0,84)*	n.s.	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	**	**	(0,92)*	(0,98)**	
Reg.quadr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	(0,99)**	n.s.	n.s.	
C.V. (%)	1,77	4,92	23,74	19,63	22,40	28,20	23,19	6,79	10,04	10,32	9,83	

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

¹ Calculado pela fórmula $100 \cdot \text{Al}^{3+} / (\text{S} + \text{Al}^{3+})$.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 7. Teores dos nutrientes fósforo e potássio do solo nos níveis de calcário para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Níveis de calcário									
	P (µg/cm ³)					K (meq/cm ³)				
	Média de 16 repet.	1	2	3	4	Média de 16 repet.	1	2	3	4
Col. IZ-1	15,65b	15,35b	16,75a	15,25bc	15,25ab	0,12b	0,12b	0,13a	0,12ab	0,11b
Vencedor	14,59b	16,35b	16,22a	12,57c	13,20b	0,12b	0,12b	0,13a	0,12ab	0,11b
Centenário	17,06b	12,55b	19,15a	18,12ab	18,42a	0,13b	0,13b	0,13a	0,11b	0,18a
Marandu	20,03a	21,92a	20,82a	20,37a	17,00ab	0,17a	0,17a	0,16a	0,17a	0,20a
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
C.V. (%)	15,73	-	-	-	-	19,69	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 3. Efeito dos níveis de calcário no pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e V% do solo com os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte.

Figura 4. Efeito dos níveis de calcário no pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e V% do solo com os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 2º. corte.

Figura 5. Efeito dos níveis de calcário no pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e V% do solo com capim-andropogon no 1º. corte.

Figura 6. Efeito dos níveis de calcário no pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e V% do solo com capim-andropogon no 2º. corte.

de *Panicum maximum* apresentaram menor teor de P do que o solo cultivado com a *B. brizantha* cv. Marandu. Com V = 45,81% não houve diferenças significativas; porém com V = 57,03% os solos cultivados com o IZ-1 e Vencedor apresentaram menor teor de P, que os solos com Centenário e Marandu. Os solos com estes dois cultivares não diferiram entre si significativamente. No mais elevado nível de saturação por bases V = 68,83% o solo com o cultivar Vencedor apresentou menor teor de P que o solo cultivado com o cultivar Centenário.

Os resultados das análises de solo para K^+ (Tabela 7), revelaram uma maior disponibilidade deste nutriente no solo cultivado com o Marandu no 1º. corte, com V = 30,81%. No nível mais elevado de calcário V = 68,83% os solos cultivados com Vencedor e Colônia IZ-1 apresentaram menor teor de K disponível (Tukey 5%).

4.2. Planta

4.2.1. Produção de matéria seca - Parte aérea e total

Observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para os níveis de calcário e para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu com relação à produção de M.S. da parte aérea e matéria seca total em g/vaso (Tabela 8).

No 1º. corte estes cultivares diminuíram a produção de M.S. de forma linear conforme a equação $Y = 11,3697 - 0,3058X$ (Figura 7). Não houveram diferenças significativas para os dois primeiros níveis de calcário. O mesmo aconteceu para a matéria

seca total, representada pela equação de regressão polinomial $Y = 30,1606 - 0,3878X$ (Figura 7). Fatos semelhantes são relatados por WERNER et al. (1967); WERNER et al. (1979) e CIAT (1990).

Independente do nível de calcário utilizado, a produção de matéria seca no 1º. corte para o cultivar Colonião IZ-1 foi significativamente superior (teste Tukey 5%) aos cultivares Vencedor, Centenário e Marandu, não havendo diferenças significativas entre as produções destes três últimos (Tabela 10).

No 2º. corte não foi observada resposta significativa de produção de matéria seca com o aumento das doses de corretivo para os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (Tabela 8). Houveram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as espécies, ou seja, Colonião IZ-1 e Vencedor produziram mais M.S. que o cultivar Centenário, independente do nível de calagem (Tabela 10).

A maior ou menor resposta das gramíneas à aplicação do calcário parece ser bastante variável em função do tipo de solo, do gênero, espécie e até cultivar.

Pode-se encontrar na literatura grande número de trabalhos evidenciando o efeito positivo da calagem (LOTTERO et al., 1971; COUTO et al., 1985; GOMIDE et al., 1986; BARCELOS & SANZONOWICZ, 1987) no capim colonião, ou ausência de resposta (WERNER et al., 1967; WERNER et al., 1979), ou ainda, melhor desempenho de novos cultivares de *Panicum* em solos ácidos sem correção, quando comparados com cultivares conhecidos como o colonião Makuemi, Guiné, Coloninho e Tobiatã e *B. brizantha* cv. Marandu (JANK et al., 1987; HUTTON & SOUSA, 1987; USBERTI FILHO et al., 1987; THOMAS & LAPOINTE, 1989; CIAT, 1990).

Tabela 8. Produção de matéria seca (M.S.) na parte aérea no 1º. e 2º. corte e produção de matéria seca total (g/vaso) em função dos níveis de calcário. nos cultivares Colômbia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu.

Níveis de calcário	M.S. parte aérea		M.S. total
	1º corte	2º corte	
1	11,06 a	10,00 a	29,70 a
2	11,20 a	10,50 a	30,01 a
3	9,66 b	10,23 a	27,72 ab
4	9,12 b	10,40 a	27,22 b
Teste F	**	n.s.	**
Reg. linear	(0,85)*	n.s.	(0,83)**
Reg. quadrática	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	8,71	9,64	7,25

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 9. Produção de matéria seca (M.S.) da parte aérea (g/vaso) no 1º. e 2º. corte, peso seco de raízes (g/vaso) e produção de matéria seca total (g/vaso) em função dos níveis de calcário no capim-andropogon (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	M.S. parte aérea		Peso seco de raízes	M.S. total
	1º. corte	2º. corte		
1	3,71 a	11,50 a	12,89 a	28,11 a
2	2,61 a	10,26 ab	10,16 ab	23,04 b
3	2,74 a	9,51 b	9,68 b	21,93 b
4	2,78 a	10,67 ab	10,98 ab	24,43 ab
Teste F	n.s.	*	*	**
Reg. quadrática	n.s.	(0,95)**	(0,99)*	(0,99)**
C.V. (%)	23,38	6,65	12,93	7,95

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 7. Efeito dos níveis de calcário na produção de M.S. parte aérea (1º. corte), produção de M.S. total, peso seco de raízes (P.S. raiz) e número médio de perfilhos dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu.

Figura 8. Efeito dos níveis de calcário na produção de M.S. parte aérea (1º. corte), produção de M.S. total, peso seco de raízes (P.S. raiz) para o capim-andropogon.

Também com relação às espécies do gênero *Brachiaria* trabalhos relatando maior ou menor efeito da calagem no aumento de M.S. são encontrados (LOTERO et al., 1971; SIQUEIRA et al., 1980; PEREIRA, 1987; SANZONOWICZ et al., 1987; CIAT, 1989). A ausência de resposta para o cultivar Marandu no 1º. corte foi observada por PREMAZZI (1991), trabalhando com níveis de saturação por bases.

Para o campim-andropogon, que foi analisado separadamente, não houve resposta significativa da produção de M.S. da parte aérea no 1º. corte com o aumento do nível de calcário (Tabela 9).

No 2º. corte observou-se diminuição da produção de forma quadrática de acordo com a equação $Y = 11,577361 - 0,88326X + 0,103229X^2$. Não foi verificada diferença de produção de MS (g/vaso) entre a não aplicação do corretivo (nível 1 com V% = 21,55) e o nível mais alto de saturação por bases, nível 4 com V% = 69,05 (Tabela 9). O mesmo comportamento foi observado para a produção de matéria seca total, cuja equação de regressão foi $Y = 28,0901 - 2,8538X + 0,32447X^2$ (Figura 8).

Resultados semelhantes são relatados por CIAT (1978), CIAT (1980), PAULINO et al. (1989) e COUTO et al. (1991).

4.2.2. Produção de matéria seca de raízes - Peso seco de raízes

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os níveis estudados com relação ao peso seco de raízes. Porém tais diferenças não foram detectadas no teste de Tukey a 5% (Tabela 11). A análise de regressão polinomial mostrou redução linear representada pela equação $Y = 8,6132 - 0,13696X$ (Figura 7).

Tabela 10. Produção de matéria seca (M.S.) da parte aérea (g/vaso) no 1º. e 2º. corte, produção de matéria seca total (g/vaso), número médio de perfilhos/vaso, peso seco de raiz (g/vaso) e altura da haste principal (cm) entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 repetições).

Cultivares	Produção de M.S. (g/vaso)		M.S. total	Nº médio de perfilhos/vaso		Peso seco de raiz (g/vaso)	Altura do haste principal (cm) ¹
	1º. corte	2º. corte		1º. corte	2º. corte		
Colônia IZ-1	11,83 a	10,90 a	30,18 a	10,10 b	12,69 d	7,45 b	27,41 a
Vencedor	9,70 b	10,58 a	28,80 bc	13,94 a	17,69 b	7,72 b	21,75 b
Centenário	9,35 b	9,51 b	27,21 c	10,31 b	14,87 c	7,96 b	26,10 a
Marandu	10,15 b	10,14 ab	29,63 ab	10,37 b	20,94 a	9,34 a	26,11 a
Teste F	**	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8,71	9,64	7,25	14,54	11,34	12,68	8,61

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

¹ Dados referem-se à 3ª. avaliação.

Tabela 11. Peso seco de raiz (g/vaso) e altura da haste principal (cm) dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	Peso seco de raiz (g/vaso)	Altura da haste principal (cm) ¹
1	8,64 a	25,50 a
2	8,30 a	25,12 a
3	7,83 a	24,87 a
4	7,70 a	25,90 a
Teste F	*	n.s.
Regressão linear	(0,96)**	n.s.
C.V. (%)	12,68	8,65

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

¹ Dados referem-se à 3ª. avaliação.

O cultivar Marandu produziu significativamente ($p < 0,01$) maior peso seco de raízes que os cultivares IZ-1, Vencedor e Centenário (Tabela 10).

O capim-andropogon produziu significativamente menor peso seco de raízes (9,68 g/vaso), quando o V% foi de 57,12 (nível 3) contra 12,89 g/vaso no nível 1 (zero de calcário) onde o V% foi de 21,55 (Tabela 9). O peso seco de raízes no nível mais alto de calagem onde $V\% = 69,05$ foi igual à testemunha sem calcário (Tukey 5%), segundo a equação $Y = 12,8637 - 2,8538X + 0,17256X^2$ (Figura 8).

Esta espécie não aumentou seu peso seco radicular com aumento da correção do solo para as condições do experimento. Resultados opostos foram obtidos por BARCELLOS & SANZONOWICZ (1987).

4.2.3. Número médio de perfilhos/vaso

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de calcário no perfilhamento dos cultivares IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no primeiro corte (Tabela 13). As espécies diminuíram o perfilhamento de forma linear $Y = 12,3057 - 0,3129X$ (Figura 7) no nível de saturação mais elevado de saturação por bases ($V\% = 68,8$), não se encontrando diferenças significativas nos três níveis iniciais de saturação por bases. Resultados semelhantes foram encontrados por WERNER et al. (1967). Por outro lado, aumento no número médio de perfilhos/planta/vaso até 37% de saturação por bases foi encontrado por PREMAZZI (1991), em capim-colonião. Estes cultivares não diferiram entre si com relação ao número de perfilhos/vaso, com exceção do cultivar Vencedor cuja produção de perfilhos foi maior que as demais ($p < 0,01\%$) (Tabela 10).

No 2º. corte ocorreram diferenças altamente significativas entre os quatro cultivares, conforme pode-se verificar pelo teste de Tukey 5% (Tabela 10), cuja ordem decrescente de número total médio de perfilhos/vaso foi Marandu, Vencedor, Centenário e Colonião IZ-1.

Para o capim-andropogon não houve influência dos níveis de calcário empregados no perfilhamento nas avaliações realizadas no 1º. e 2º. cortes (Tabela 12).

4.2.4. Altura da Haste Principal

Não houve efeito significativo para este parâmetro em função da elevação da saturação por bases do solo, nas três avaliações efetuadas para os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Brizantha Marandu (Tabela 11).

Entretanto, ocorreram efeitos altamente significativos ($p < 0,01$) para diferenças entre os cultivares. O cultivar Vencedor apresentou menor altura da haste principal que os outros três capins. Os outros cultivares não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% (Tabela 10).

Para o capim-andropogon não houve diferença significativa na altura da haste principal com o aumento das doses de calcário, conforme mostra a Tabela 12.

Tabela 12. Número médio de perfilhos/vaso e altura da haste principal (cm) do capim-andropogon (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	Nº. médio de perfilhos/vaso		Altura da haste principal ¹
	1º. corte	2º. corte	
1	13,50 a	54,50 a	17,33 a
2	12,00 a	47,25 a	18,17 a
3	11,25 a	48,00 a	14,00 a
4	10,75 a	54,25 a	17,33 a
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.
Regressão linear	n.s.	n.s.	n.s.
Regressão quadrática	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	25,76	21,43	12,86

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

¹ Dados referem-se à 3ª. avaliação.

Tabela 13. Número médio de perfilhos/vaso dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte ¹	2º. corte
1	12,00 a	16,81 a
2	11,94 a	16,62 a
3	10,94 ab	16,44 a
4	9,81 b	16,31 a
Teste F	**	n.s.
Regressão linear	(0,90)**	n.s.
C.V. (%)	14,54	11,35

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

¹ Dados referem-se à 3ª. avaliação.

4.2.5. Composição Mineral - Macronutrientes

Os teores de macro e micronutrientes da parte aérea e nitrogênio nas raízes estão, em geral, dentro dos níveis relatados pela literatura, para o estágio de crescimento no qual as plantas foram cortadas e para o nível de adubação empregado, com exceção do Fe, que apresentou-se um pouco abaixo da média (GALLO et al., 1974; FALADE, 1975; SOUZA et al., 1989 e PAULINO et al., 1989).

4.2.5.1. Nitrogênio

Na Tabela 14 observa-se que houve elevação altamente significativa na percentagem de N apenas para o nível mais alto de calcário, com 68,8% de saturação por bases, para os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte, representada pela equação $Y = 1,6381 - 0,02178X + 0,01108X^2$ (Figura 10). Como houve uma diminuição da produção de M.S. destes cultivares com o aumento do nível de calcário, observa-se um efeito de "concentração" deste nutriente nos níveis mais altos de saturação por bases.

No 2º. corte não foram observadas variações significativas na percentagem de nitrogênio com os tratamentos empregados (Tabela 14). Porém a análise de regressão polinomial mostrou comportamento quadrático representado pela equação $Y = 1,6087 - 0,0594X + 0,00705X^2$ (Figura 12).

A elevação da V% através da calagem não alterou a percentagem de N na M.S. do capim-andropogon no 1º. e 2º. corte (Tabela 15). PAULINO et al. (1989), trabalhando com calagem e doses de P observaram efeito positivo da aplicação de calcário no teor de N da parte aérea dessa gramínea com a dose mais elevada de P no 1º. corte e em ambas doses no 2º. corte, explicado pela concentração de N decorrente da menor produção de M.S., nos tratamentos com calagem.

4.2.5.2. Quantidade Total de Nitrogênio na Parte Aérea (QTN)

A elevação da saturação por bases através da calagem não alterou significativamente a quantidade total de nitrogênio nos cultivares estudados em ambos os cortes (Tabela 16).

Observaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os cultivares quanto ao QTN (Tabela 17). No 1º. corte capim Colonião IZ-1 e Marandu produziram maior QTN. Os cultivares Vencedor, Centenário não diferiram entre si. No 2º. corte, o Colonião IZ-1 produziu maior QTN, enquanto Vencedor, Centenário e Marandu não diferiram entre si.

PAULINO (1990) relatou que a QTN foi mais elevada para o cultivar Colonião IZ-1 no 3º. e 4º. cortes em presença de calagem.

Aumento linear de QTN com aumento do nível de saturação por bases em *Brachiaria brizantha* cv. marandu no 2º. corte e decréscimo inicial seguido de aumento para o capim Colonião IZ-1, no 1º. corte foram observados por PREMAZZI (1991).

Tabela 14. Percentagem de nitrogênio (N) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte	2º. corte
1	1,64 b	1,61 a
2	1,63 b	1,50 a
3	1,81 b	1,49 a
4	2,05 a	1,54 a
Teste F	**	n.s.
Regressão quadrática	(0,99)*	(0,99)*
C.V. (%)	11,53	9,78

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 15. Percentagem de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na matéria seca (M.S.) da parte aérea do capim-andropogon no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte			2º. corte		
	N	P	K	N	P	K
1	1,82 a	0,16 a	2,19 a	1,35 a	0,11 a	1,72 a
2	1,94 a	0,14 a	1,87 a	1,48 a	0,12 a	2,22 a
3	1,79 a	0,15 a	2,08 a	1,41 a	0,12 a	2,02 a
4	2,10 a	0,17 a	2,25 a	1,52 a	0,12 a	1,96 a
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. linear	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. quadrática	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	11,27	14,27	13,39	6,42	11,66	14,23

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 9. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de nitrogênio na matéria seca das raízes (N raiz) dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu.

Figura 10. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de N, P e K na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte.

Tabela 16. Quantidade total de nitrogênio QTN (g/vaso) na M.S. da parte aérea para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu. 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	QTN 1º. corte	QTN 2º. corte
1	0,18 a	0,16 a
2	0,18 a	0,16 a
3	0,17 a	0,15 a
4	0,19 a	0,16 a
Teste F	n.s.	n.s.
Regressão linear	n.s.	n.s.
Regressão quadrática	n.s.	n.s.
C.V. (%)	11,62	11,99

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 17. Quantidade total de nitrogênio QTN (g/vaso) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Cultivar	Quantidade total de nitrogênio na M.S. QTN (g/vaso)	
	1º. corte	2º. corte
Colônia IZ-1	0,19 a	0,17 a
Vencedor	0,17 b	0,15 b
Centenário	0,17 b	0,15 b
Marandu	0,19 a	0,15 b
Teste F	**	**
Regressão linear	n.s.	n.s.
C.V. (%)	11,62	11,99

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

A elevação da saturação por bases através da calagem não alterou a quantidade total de nitrogênio no 1^a. e 2^o. cortes para o capim-andropogon (Tabela 18).

PAULINO et al. (1989), trabalhando com este capim notaram que a ausência de calagem possibilitou maiores rendimentos de QTN no 1^o. corte. Não foram observadas diferenças significativas na QTN com ausência ou presença de calagem no 2^o. corte.

4.2.5.3. Nitrogênio nas raízes

O efeito dos níveis de calcário e as diferenças entre os cultivares com relação à percentagem de N nas raízes foram altamente significativas ($p < 0,01$). Significativa também foi a interação dos fatores níveis e cultivares, com comportamentos diferentes dentro de cada nível de calagem (Tabelas 19 e 20).

Observou-se aumento linear na percentagem de N nas raízes a partir de $V\% = 57,167$ para o cultivar Vencedor representado pela equação $Y = 0,8373 + 0,02628X$ ($R^2 = 0,90$) e a partir de $V\% = 69,55$ para o Centenário, representado pela equação $Y = 0,7796 + 0,0313X$ ($R^2 = 0,84$). Os cultivares Colônia IZ-1 e Marandu não alteraram o teor de N nas raízes com o aumento do nível de calcário (Tabela 19). Porém, a regressão polinomial para a média dos 4 cultivares foi representado pela equação $Y = 0,7783 + 0,0165X$ como mostra a Figura 9.

Com exceção dos níveis 1 e 2 do corretivo empregado, os cultivares de *Panicum* apresentaram maior percentagem de N radicular que a *Braquiaria*, porém esta obteve significativamente maior produção de M.S. de raízes (Tabela 20).

Tabela 18. Quantidade total de nitrogênio QTN (g/vaso) na M.S. da parte aérea do capim-andropogon no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivar	Quantidade total de nitrogênio na M.S. QTN (g/vaso)	
	1º. corte	2º. corte
1	0,06 a	0,15 a
2	0,05 a	0,15 a
3	0,05 a	0,13 a
4	0,05 a	0,16 a
Teste F	n.s.	n.s.
Regressão linear	n.s.	n.s.
C.V. (%)	16,60	9,53

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 19. Percentagem de nitrogênio na matéria seca das raízes (N raízes) dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário, Marandu e Andropogon (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	N raízes					
	Médias de 16 repet.	Colômbio IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Andropogon
1	0.80 b	0,85 a	0,86 b	0,81 b	0,67 a	0,87 a
2	0.79 b	0,79 a	0,86 b	0,84 b	0,68 a	0,95 a
3	0,84 ab	0,78 a	0,96 ab	0,88 b	0,64 a	0,91 a
4	0,91 a	0,89 a	1,04 a	1,05 a	0,67 a	0,97 a
Teste F	**	-	-	-	-	n.s.
Reg. linear	(0,85)**	n.s.	(0,90)**	(0,84)**	n.s.	n.s.
C.V. (%)	8,89	-	-	-	-	6,59

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 20. Percentagem de nitrogênio na matéria secas das raízes (N raízes) entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu nos níveis de calcário ao 2º. corte¹ (médias de 4 repetições).

Cultivares	N raízes				
	Médias de 16 repet.	1	2	3	4
Colônia IZ-1	0,86 b	0,85 a	0,79 ab	0,89 a	0,89 b
Vencedor	0,93 a	0,86 a	0,86 a	0,96 a	1,04 a
Centenário	0,89 ab	0,81 ab	0,84 a	0,88 a	1,05 a
Marandu	0,67 c	0,67 b	0,68 b	0,64 b	0,67 c
Teste F	**	-	-	-	-
C.V. (%)	8,89	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

¹ Níveis de calagem correspondem à V% do solo no 2º. corte (Tabela 10).

Tabela 21. Percentagem de fósforo (P) na M.S. e potássio (K) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte		2º. corte	
	P	K	P	K ¹
1	0,13 a	2,18 b	0,13 a	1,54 b
2	0,13 ab	2,21 b	0,13 a	1,52 b
3	0,12 ab	2,47 a	0,13 a	1,63 a
4	0,12 b	2,58 a	0,13 a	1,64 a
Teste F	*	**	n.s.	*
Regressão linear	(0,95)**	(0,93)**	n.s.	(0,75)**
C.V. (%)	7,25	7,52	7,54	8,20

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R² para a equação.

¹ Teste de Duncan 5%.

Para o capim-andropogon não se observou diferença significativa na percentagem de N nas raízes com os tratamentos utilizados (Tabela 19).

A forma como foi conduzido o experimento não permite avaliar se a produção de M.S., percentagem de N e quantidade total de nitrogênio nas raízes do Andropogon foram significativamente maiores que as demais cultivares.

4.2.5.4. Fósforo

No 1º. corte (Tabela 21), observou-se diminuição do teor de fósforo na M.S. entre o primeiro e último nível do corretivo para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, representado pela equação $Y = 0,1306 - 0,00132X$ (Figura 10). Como houve redução de produção de M.S. (1º. corte) nos níveis mais altos de V% pode-se observar redução real no teor desse nutriente nas plantas. Não houve efeito dos tratamentos sobre este nutriente no 2º. corte. Também não foram observados efeitos positivos da calagem no teor de P da M.S. do capim-colônia no trabalho de WERNER et al. (1979).

A percentagem de P na M.S. não diferiu entre os cultivares, com exceção do Marandu o qual apresentou maior teor deste nutriente ($p > 0,01$) com média de 0,14% de P na M.S. (Tabela 27).

Estes teores de P estão um pouco abaixo dos encontrados por SOUZA et al. (1989), de 0,17% e 0,26% para *B. humidicola* e *B. ruziziensis*, respectivamente aos 28 dias de idade, em experimento de campo com adubação de 60 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples, em Latossolo Vermelho distrófico. Estes teores porém se encontram dentro da faixa observada por MEIRELLES et al. (1988) para o capim-colonião IZ-1, com a adubação de 100 kg de P_2O_5 /ha, cortado aos 35 dias após a emergência (1º. corte), e 40 dias após o início da rebrota (2º. corte), levando-se em conta a média das percentagens de P na M.S. de folhas velhas (0,12%), folhas novas (0,14%), colmo (0,13%) e brotos (0,22%).

Devido ao tipo de solo utilizado neste trabalho a capacidade de fixação de P pode ser causa do baixo teor deste elemento nas plantas, a despeito da boa adubação utilizada (110 kg de P_2O_5 /ha).

Na Tabela 15 são apresentadas as percentagens de P na M.S. para o capim-andropogon. Os níveis de calcário aplicados não alteraram a percentagem de P na M.S. do capim-andropogon no 1º. e 2º cortes.

Já PAULINO et al. (1989) observaram aumento no teor deste nutriente com a calagem em ambos os cortes.

As percentagens de P na M.S. foram semelhantes as encontradas por FALADE (1975) e BERROTERÁN (1989).

4.2.5.5. Potássio

Os níveis de calcário resultaram em aumento de K na M.S. ($p < 0,01$) dos cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu a partir de $V\% = 57,03$ no 1º. corte, representado pela equação $Y = 2,1452 + 0,0598X$ (Tabela 21 e Figura 10, respectivamente). Os cultivares Vencedor e Centenário apresentaram suas percentagens de K na M.S. significativamente ($p < 0,01$) mais elevadas que os cultivares IZ-1 e Marandu (Tukey 5%), podendo ter ocorrido efeito de "concentração" deste nutriente na M.S., já que houve diminuição da produção de M.S. nos níveis mais elevados de saturação por bases.

No 2º. corte houve efeito dos níveis de calcário ($p < 0,05$) na elevação de K na M.S., com aumentos a partir de $V\% = 57,16$ (Tabela 21), porém tal elevação só foi detectada pelo teste de Duncan 5%. Este aumento foi representado pela equação linear $Y = 1,5206 + 0,0176X$ (Figura 12).

O cultivar Centenário apresentou teores mais elevados (Tukey 5%) que os capins Colonião IZ-1 e Marandu, como mostra a Tabela 27.

WERNER et al. (1979) e PAULINO (1990) não observaram aumentos significativos no teor de K com o aumento do nível de calcário em capim-colonião. Já PREMAZZI (1991) observou efeito de "diluição" deste nutriente no 1º. e 2º. cortes, quando aumentos de M.S. foram seguidos por diminuições no teor de K, com a elevação no nível de saturação por bases. Diminuição no teor de potássio com o aumento do nível de calcário foi observado por JONES & FREITAS (1970), trabalhando com quatro leguminosas forrageiras e por MONTEIRO & CARRIEL (1987), para capim-colonião com aplicação de gesso.

Para o capim-colonião não foram observadas alterações significativas no teor de K na M.S. tanto no 1º. como no 2º. corte (Tabela 15).

PAULINO et al. (1989) observaram redução no teor de K na parte aérea do capim-andropogon em presença de calcário, provavelmente devido ao antagonismo (inibição competitiva) entre cálcio e magnésio com o potássio.

4.2.5.6. Cálcio e Magnésio

A elevação dos níveis de calcário proporcionou aumento altamente significativo na percentagem de Ca na M.S. dos cultivares IZ-1, Vencedor e Centenário no 1º. e 2º. cortes, conforme pode ser observado na Tabela 22. Para o cultivar Marandu, o teste de Tukey 5% não apontou diferença significativa no aumento deste nutriente. Entretanto, a análise de regressão polinomial mostrou aumento linear ascendente conforme a equação $Y = 0,2568 + 0,009X$ (Figura 14).

Em ambos os cortes houve interação altamente significativa, com comportamentos diferentes dos cultivares nos níveis de calcário. Para o Colonião IZ-1 a elevação do teor de Ca ocorreu a partir do 3º. nível de calagem ($V\% = 57,03$), não se alterando segundo o teste Tukey a 5% no nível mais alto de correção do solo, no 1º. corte (Tabela 22), representada pela equação linear $Y = 0,2746 + 0,0209X$ (Figura 13). No 2º. corte, o aumento de Ca ocorreu no 2º. nível de calagem ($V\% = 42,07$), tornando a aumentar com a dose mais alta do corretivo, onde a saturação por bases passou para 69,55%, obedecendo a equação linear $Y = 0,0251 + 0,0267X$ (Figura 13).

Figura 11. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte.

Figura 12. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de N, K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 2º. corte.

Tabela 22. Percentagem de cálcio (Ca) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Níveis de calcário	Ca 1º. corte					Ca 2º. corte				
	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu
1	0,27d	0,27d	0,35d	0,21d	0,26a	0,27d	0,24c	0,34c	0,24d	0,24a
2	0,33c	0,32b	0,43c	0,29c	0,28a	0,33c	0,33b	0,41b	0,32c	0,25a
3	0,42b	0,4a	0,60b	0,41b	0,28a	0,37b	0,37b	0,43b	0,38b	0,30a
4	0,50a	0,41a	0,73a	0,53a	0,33a	0,44a	0,44a	0,55a	0,47a	0,29a
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
Reg. linear	(0,99)**	(0,94)**	(0,98)**	(0,99)**	(0,86)*	(0,99)**	(0,99)**	(0,92)**	(0,99)**	(0,74)*
C.V. (%)	9,82	-	-	-	-	9,29	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: **

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 23. Percentagem de cálcio (Ca) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Ca 1º. corte					Ca 2º. corte				
	Médias 16 repet.	1	2	3	4	Médias 16 repet.	1	2	3	4
Col. IZ-1	0,35b	0,27b	0,32b	0,40b	0,41c	0,35b	0,24b	0,33b	0,37a	0,44b
Vencedor	0,53a	0,35a	0,43a	0,60a	0,73a	0,43a	0,34a	0,41a	0,43a	0,55a
Centenário	0,36b	0,21b	0,39b	0,41b	0,53b	0,35b	0,24b	0,32b	0,38a	0,47b
Marandu	0,29c	0,26b	0,28b	0,28c	0,33d	0,27c	0,24b	0,25c	0,30b	0,29c
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
C.V. (%)	9,82	-	-	-	-	9,29	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: **

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 13. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Ca matéria seca da parte aérea para os cultivares Colônia IZ-1 e Vencedor no 1º. e 2º. corte.

Figura 14. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Ca matéria seca da parte aérea para os cultivares Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte.

Figura 15. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Ca (1º. corte) na matéria seca da parte aérea do capim-andropogon.

Já o Vencedor teve seus teores de Ca na M.S. aumentados a partir de $V\% = 30,81$, seguindo significativamente crescente até a dose máxima, no 1º. corte, cuja equação linear é $Y = 0,3484 + 0,0393X$ (Figura 13). No 2º. corte houve aumento com 42,07% de saturação por bases, tornando a aumentar significativamente quando $V\%$ passou para 69,5%, representado pela equação de regressão polinomial linear ascendente $Y = 0,3336 + 0,0273X$ (Figura 13).

O cultivar Centenário teve seu teor de Ca aumentado de acordo com o nível de correção do solo utilizado, aumentando até a dose máxima de calagem, em ambos os cortes (Tukey 5%), representados pelas equações $Y = 0,1994 + 0,0447X$ e $Y = 0,2431 + 0,0307X$, para o 1º. e 2º. cortes respectivamente (Figura 14).

O cultivar Marandu apresentou apenas tendência de aumento de Ca na M.S. não sendo significativo pelo teste de Tukey no 1º. e 2º. cortes. No entanto, as equações de regressão mostraram comportamento linear ascendente $Y = 0,2568 + 0,009X$ e $Y = 0,2430 + 0,0079X$ (Figura 14).

O cultivar Vencedor apresentou maior teor de Ca na M.S. nos dois cortes em todos os níveis de correção do solo, com exceção do 3º. nível de calcário no 2º. corte (Tabela 23).

No 1º. corte, Colonião IZ-1, Centenário e Marandu não diferiram entre si na percentagem de Ca na M.S. nos níveis 1 e 2 de calcário, onde $V\%$ foi 30,81 e 45,81%, respectivamente. No nível 3, com $V\% = 57,03$, Centenário e IZ-1 apresentaram teores de Ca sem diferença significativa e no último nível de saturação por base todos os cultivares foram diferentes entre si.

No 2º. corte, observou-se que Colonião IZ-1, Centenário e Marandu não diferiram entre si quanto ao teor de Ca na ausência do corretivo, com $V\% = 27,8$ (nível 1). Com $V\% = 42,07$ (nível 2), Colonião IZ-1 e Centenário não diferiram entre si, porém apresentaram maior teor de Ca que o cultivar Marandu. No nível 3 de calcário, quando a $V\%$ atingiu 57,16, os cultivares Colonião IZ-1 e Centenário não diferiram significativamente do cultivar Vencedor quanto à percentagem de Ca na M.S. O cultivar Marandu apresentou menor teor desse elemento. No nível mais alto de calagem com $V\% = 69,55$ os cultivares Colonião IZ-1 e Centenário não foram diferentes entre si, porém apresentaram menor teor de Ca que o Vencedor e maior teor que o cultivar Marandu (Tabela 23).

A elevação dos níveis de saturação por bases através da calagem proporcionou aumentos significativos ($p < 0,01$) na percentagem de magnésio na M.S. dos cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. cortes (Tabela 24).

Houve interação significativa entre os fatores níveis e cultivares ($p < 0,01$) no 1º. corte e ($p < 0,05$) no 2º. corte, com diferentes percentagens de Mg nas espécies, dependendo do nível de saturação por bases atingida com a utilização do corretivo (Tabela 24).

No 1º. corte, os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor e Centenário apresentaram aumentos na percentagem de Mg a partir de 45,81% de saturação por bases, aumentando significativamente até 68,83% (teste de Tukey 5%). Este aumento foi linear conforme representada pelas equações de regressão $Y = 0,2016 + 0,0316X$, $Y = 0,3032 +$

Tabela 24. Percentagem de magnésio (Mg) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	Mg 1º. corte					Mg 2º. corte				
	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu
1	0,25d	0,21d	0,31d	0,23d	0,27c	0,25d	0,21c	0,25c	0,20d	0,31c
2	0,36c	0,27c	0,44c	0,33c	0,40b	0,32c	0,28b	0,35b	0,28c	0,38b
3	0,44b	0,35b	0,56b	0,41b	0,44ab	0,40b	0,33b	0,41b	0,40b	0,46a
4	0,54a	0,44a	0,72a	0,53a	0,48a	0,50a	0,42a	0,57a	0,53a	0,50a
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
Reg. linear	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	(0,99)**	**	(0,99)**	(0,98)**	(0,96)**	(0,99)**	(0,98)**
Reg. quadrática	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,98)**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	7,88	-	-	-	-	9,87	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 25. Percentagem de magnésio (Mg) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Níveis de calagem					Níveis de calagem				
	Mg 1º. corte					Mg 2º. corte				
	Médias 16 repet.	1	2	3	4	Médias 16 repet.	1	2	3	4
Col. IZ-1	0,32c	0,21c	0,27b	0,35c	0,44c	0,31c	0,21b	0,28b	0,33b	0,42c
Vencedor	0,51a	0,31a	0,44a	0,56a	0,72a	0,40a	0,25ab	0,35ab	0,41a	0,57a
Centenário	0,38b	0,23bc	0,33b	0,41b	0,53b	0,35b	0,20b	0,28b	0,40ab	0,53ab
Marandu	0,40b	0,27ab	0,40a	0,44b	0,48bc	0,41a	0,31a	0,38a	0,46a	0,50b
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
C.V. (%)	7,88	-	-	-	-	9,87	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 16. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Mg na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1 e Vencedor, no 1º. e 2º. corte.

Figura 17. Efeito dos níveis de calcário na percentagem de Mg na matéria seca da parte aérea dos cultivares Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte.

0,0561 e $Y = 0,2301 + 0,0403X$, respectivamente (Figuras 16 e 17). Para o cultivar Marandu a percentagem de Mg aumentou com $V\% = 45,81$ aumentando novamente no último nível de calagem com $V\% = 68,83$, de forma quadrática conforme a equação $Y = 0,2725 + 0,0844X - 0,0041X^2$ (Figura 17).

Observou-se diferença nos teores de Mg entre os cultivares dentro dos níveis de calcário estudados (Tabela 25). Nos níveis 1 e 2 com $V\% = 30,81$ e $V\% = 45,81$, respectivamente, os cultivares Vencedor e Marandu não apresentaram diferenças significativas nas percentagens de Mg na M.S. O Vencedor apresentou maior percentagem desse nutriente nos níveis 3 e 4 com $V\% = 57,03$ e $68,83$; Marandu e Centenário não diferiram entre si e o Colonião IZ-1 apresentou o menor teor de Mg dentro do nível 3 de calcário.

No 2º. corte, Tabela 24, os cultivares Colonião IZ-1 e Vencedor apresentaram aumento na percentagem de Mg a partir do nível 2 de calcário, $V = 42,07$, voltando a apresentar aumento somente no 4º. nível, quando $V\%$ passou para $69,55$. Tais aumentos foram lineares representados pelas equações $Y = 0,2131 + 0,0276X$ e $Y = 0,2444 + 0,0421X$, respectivamente (Figura 16). O cultivar Centenário apresentou aumentos significativos desde o nível 2, com $V\% = 42,07$, seguindo crescente até o último nível de calcário onde $V\%$ foi $69,55$. O cultivar Marandu teve seu teor de Mg aumentado até o nível 3, ou seja, $V\% = 57,16$. A equação de regressão polinomial mostrou aumentos lineares cujas equações foram $Y = 0,1896 + 0,0453X$ e $Y = 0,3156 + 0,0266X$, para o Centenário e Marandu, respectivamente (Figura 17).

Tabela 26. Percentagem de enxofre (S) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calagem	S 1º. corte					S 2º. corte
	Médias 16 repet.	Colômbio IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Média 16 repet.
1	0,10 b	0,07 a	0,11 c	0,12 b	0,11 a	0,09 a
2	0,11 b	0,07 a	0,12 bc	0,13 ab	0,10 a	0,09 a
3	0,12 ab	0,08 a	0,14 ab	0,15 ab	0,09 a	0,09 a
4	0,13 a	0,08 a	0,17 a	0,15 a	0,10 a	0,10 a
Teste F	**	-	-	-	-	n.s.
Reg. linear	(0,95)**	n.s.	(0,97)**	(0,98)**	n.s.	n.s.
C.V. (%)	13,95	-	-	-	-	14,81

Teste F para a interação níveis x cultivares no 1º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 27. Percentagem de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º.-corte (médias de 16 repetições).

Cultivares	N		P		K		S	
	1º. corte	2º. corte	1º. corte	2º. corte	1º. corte	2º. corte	1º. corte	2º. corte
Colômbio IZ-1	1,64 b	1,58 a	0,12 b	0,13 a	2,14 b	1,52 b	0,08 c	0,08 b
Vencedor	1,76 ab	1,48 a	0,12 b	0,13 a	2,55 a	1,63 ab	0,13 a	0,09 b
Centenário	1,84 a	1,57 a	0,12 b	0,13 a	2,54 a	1,67 a	0,14 a	0,12 a
Marandu	1,90 a	1,52 a	0,14 a	0,13 a	2,22 b	1,51 b	0,10 b	0,09 b
Teste F	*	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	11,53	9,78	7,25	7,54	7,52	8,20	13,95	14,81

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Com a $V\% = 42,07$ o cultivar Marandu apresentou maior percentagem de Mg na M.S. que os cultivares Colônia IZ-1 e Centenário. Com $V\% = 57,16$ (nível 3 de calcário) o Colônia IZ-1 apresentou igual teor de Mg que o cultivar Centenário. No último nível, com $V\% = 69,55$, o cultivar Colônia IZ-1 apresentou a menor percentagem deste nutriente.

Para o capim-andropogon, Tabela 29, não houve efeito significativo dos níveis de calcário nas percentagens de Ca e Mg na M.S. no 1º. e 2º. cortes. A análise de regressão polinomial mostrou aumento linear de Ca na M.S. do 1º. corte conforme a equação $Y = 0,3488 + 0,0072X$ (Figura 15). PAULINO et al. (1989), observaram ausência de resposta à calagem no teor de Ca na M.S. (1º. corte), e resposta positiva ao corretivo no teor de Ca (2º. corte) e Mg (1º. e 2º. cortes).

A elevação dos teores de Ca e Mg na M.S. de gramíneas forrageiras com a elevação de doses de calcário são amplamente relatados pela literatura (ABRUÑA et al., 1964; WERNER et al., 1979; GOMIDE et al., 1986; CARRIEL et al., 1989; PAULINO, 1990 e PREMAZZI, 1991).

4.2.5.7. Enxofre

A percentagem de S na M.S. do cultivar Vencedor aumentou significativamente a partir de $V\% = 45,81$ (nível 2) e para o cultivar Centenário a partir de 57,03 (nível 3). Os aumentos foram lineares, segundo as equações de regressão polinomial $Y = 0,1058 + 0,0081X$ e $Y = 0,1208 + 0,0049X$, respectivamente (Figura 18). Para os cultivar Colônia IZ-1 e Marandu não houve influência da calagem no teor de S na M.S. do 1º. corte (Tabela 26).

Tabela 28. Percentagem de enxofre (S) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Médias de 16 repetições	Níveis de calagem			
		1	2	3	4
Colônia IZ-1	0,08 c	0,07 b	0,07 c	0,08 b	0,08 b
Vencedor	0,13 a	0,11 a	0,12 ab	0,14 a	0,17 a
Centenário	0,14 a	0,12 a	0,13 a	0,15 a	0,15 a
Marandu	0,10 b	0,11 a	0,10 bc	0,09 b	0,10 b
Teste F	**	-	-	-	-
C.V. (%)	13,95	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 29. Percentagem de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na M.S. da parte aérea do capim-andropogon no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte			2º. corte		
	Ca	Mg	S	Ca	Mg	S
1	0,33 a	0,15 a	0,07 a	0,28 a	0,18 a	0,05 a
2	0,38 a	0,17 a	0,08 a	0,39 a	0,24 a	0,03 a
3	0,40 a	0,17 a	0,08 a	0,35 a	0,22 a	0,05 a
4	0,38 a	0,19 a	0,09 a	0,39 a	0,25 a	0,05 a
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. linear	(0,52)*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. quadrática	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	9,02	14,85	20,60	23,51	19,76	37,30

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Figura 18. Efeito dos níveis de calcário na percentagem e S na matéria seca da parte aérea dos cultivares Vencedor e Centenário no 1º. corte.

No nível 1 de calagem, com 30,81% de saturação por bases, Centenário, Vencedor e Marandu apresentaram maior teor de S que o Colonião IZ-1 (Tabela 28). Nos níveis mais elevados onde $V\% = 57,03$ e $68,83$ (níveis 3 e 4, respectivamente) os cultivares Centenário e Vencedor apresentaram maior teor de S na M.S. que os cultivares Marandu e Colonião IZ-1.

No 2º. corte houve diferença significativa ($p < 0,01$) para maior percentagem de S na M.S. do cultivar Centenário (Tabela 27). Os cultivares Vencedor, Colonião IZ-1 e Marandu não apresentaram diferenças significativas entre si.

A adubação com S foi realizada levando-se em consideração as espécies estudadas, a condução do trabalho em vasos, e recomendações da literatura (CASAGRANDE & SOUZA, 1982; HADDAD, 1983; VITTI & NOVAES, 1986; WERNER, 1986).

GALLO et al. (1974), analisando um total de 249 amostras de forrageiras, sendo 122 gramíneas, observaram que 51,6% das gramíneas (15,0% de coleções e 69,6% de pastagens), apresentaram teores menores que 0,1% de S. A média geral para o capim-colonião foi 0,06% com intervalo de dispersão de 0,012 e 0,167% de S na M.S.

SMITH & DOLBY (1977) trabalharam com *P. maximum* cv. Green Panic em casa de vegetação, estudando o nível crítico de S na M.S. da parte aérea da rebrota. Encontraram como nível crítico o teor de 0,08% para o período de crescimento de 32 dias após a rebrota. Os autores comentaram ainda o uso da relação $N:S = 13,7$. Segundo a literatura, relações N:S acima deste valor seriam um bom indicativo de deficiência de enxofre em gramíneas. Porém, em seu trabalho tal relação foi variável com a dose de nitrogênio aplicado; com doses maiores de N a produção não foi afetada até a relação N:S

= 18. Os autores concluíram que este indicador pode levar a erros de interpretação de deficiência de S quando na verdade a relação N:S se torna alta pelo excesso de nitrogênio em plantas com suficiente teor de S na M.S.

A dose de 30 a 60 kg de S/ha é indicada para o capim-colonião por MALAVOLTA et al. (1984), para ensaios em vasos. Estes autores mencionaram as relações N:S maior que 20, P:S acima de 1, percentagem de S nas folhas de 0,08 a 0,10% e nos colmos de 0,11% como sendo características de plantas deficientes desse nutriente.

MONTEIRO & CARRIEL (1987) concluíram que doses de 30 a 40 kg de S/ha foram necessária para que o capim-colonião apresentasse um teor mínimo de enxofre entre 0,08% e 0,12% e uma relação N:S de 13,7 no 2º. corte. Encontraram resposta para máxima produção na dose de 75 kg de S/ha.

No presente trabalho observaram-se no 2º. corte teores de S da ordem de 0,086% e 0,08% na parte aérea, relação N:S de 17,02 e 19,71 e relação P:S de 1,52 e 1,64 para os cultivares Vencedor e Colonião IZ-1, respectivamente. Assim, a percentagem de S e relação N:S estariam dentro dos níveis obtidos por outros autores e considerados aceitáveis. Quanto à relação P:S acima de 1, aponta uma suposta deficiência de S, a despeito da boa produção utilizada (58,1 e 32,0 kg de S/ha no 1º. e 2º. cortes, respectivamente).

Para o capim-andropogon a porcentagem de S foi em média 0,08% e 0,05% para o 1º. e 2º. cortes, respectivamente (Tabela 29). Efeito positivo de calagem no teor de S na M.S. desta gramínea foi observado apenas no 2º. corte por PAULINO et al. (1989), diferindo do presente experimento, onde não foi observado efeito dos níveis de calcário no teor de S em ambos os cortes.

4.2.6. Composição Mineral - Micronutrientes

4.2.6.1. Boro

É bastante abordado na literatura a diminuição da disponibilidade de boro no solo com aumento do pH (MALAVOLTA, 1976; RAIJ et al., 1985; MATTOS & COLOZZA, 1986). Porém, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) da aplicação de calcário no acréscimo de B na M.S. da parte aérea a partir do nível 1, onde $V\% = 30,81$ e 27,84 para Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. cortes, respectivamente (Tabela 30). Efeito de "concentração" deste nutriente pode ser atribuído para o 1º. corte, com maior teor de B na M.S. dos capins, já que decréscimos da produção de M.S. foram observados.

Os resultados da regressão polinomial mostraram aumento linear representado pela equação $Y = 20,6702 + 0,6647X$ para estes cultivares no 1º. corte (Figura 19) e $Y = 10,9573 + 0,3180X$, no 2º. corte (Figura 20).

No 1º. corte os cultivares Vencedor, Centenário e Marandu não diferiram entre si no teor de B (Tabela 31), apresentando maior teor desse nutriente na M.S. que o cultivar Colônia IZ-1 (Tukey 5%).

No 2º. corte houve aumento no teor de boro na M.S. com interação para os níveis de calcário e cultivares com diferenças no teor desse elemento da M.S. dos capins dentro dos níveis de $V\%$. Para o IZ_1, o teor desse nutriente aumentou com $V\% = 42,07$ (nível 2), não havendo mais diferença significativa até a dose mais alta do corretivo,

segundo a equação quadrática $Y = 13,9638 + 2,8827X - 0,3534X^2$ (Figura 22); o Centenário teve seu teor de B na M.S. aumentado somente a partir de $V\% = 57,16$ (nível 3), não alterando-se mais até o último nível, apresentando equação linear $Y = 8,1757 + 0,5898X$ (Figura 22); não houve efeito da calagem no teor de B na M.S. dos cultivares Vencedor e Marandu. Ainda no 2º. corte, o Colômbio IZ-1 apresentou maior teor de B na M.S., seguido pelo Vencedor e o Centenário; o cultivar Marandu apresentou o menor teor desse nutriente, porém sem diferir do Centenário (Tabela 31).

No 2º. corte Colômbio IZ-1 e Vencedor apresentaram mesmo teor de B no nível 1 com uma saturação por bases de 27,84%. No nível 2 até o nível 3, com $V\%$ de 42,07 até 57,16, o Colômbio IZ-1 apresentou maior teor de B na M.S. que os demais capins. No nível 4, quando a saturação por bases atingiu 69,55%, o Colômbio IZ-1, Vencedor e Centenário tiveram maior teor desse nutriente na M.S.; neste nível o cultivar Marandu apresentou teor de boro igual ao Centenário. Não houve efeito significativo dos níveis de calcário no teor de B na M.S. do cultivar Marandu (Tabela 30). Fato oposto foi encontrado por PREMAZZI (1991), também no 2º. corte.

Para o Andropogon não houve efeito das doses do corretivo no teor desse nutriente na M.S. em ambos os cortes (Tabela 40). PAULINO et al. (1989) encontraram aumento significativo ($p < 0,01$) no teor de B com a elevação da calagem, no 2º. corte.

Tabela 30. Teor de boro (B) - ppm na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (média de 4 repetições).

Níveis de calcário	B 1º. corte	B 2º. corte				
	Médias de 16 repet.	Médias de 16 repet.	1	2	3	4
1	21 b	11 b	14 b	11 a	9 b	9 a
2	22 ab	12 ab	19 a	11 a	8 b	9 a
3	23 ab	13 ab	20 a	11 a	11 ab	9 a
4	26 a	13 a	16 ab	14 a	13 a	10 a
Teste F	*	*	-	-	-	-
Reg. linear	(0,92)**	(0,99)**	n.s.	n.s.	(0,82)**	n.s.
Reg. quadrática	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	21,20	17,02	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares no 2º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 31. Teor de boro (B) (ppm) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (média de 4 repetições).

Cultivares	Níveis de calagem					
	B 1º. corte	B 2º. corte				
	Médias de 16 repet.	Médias de 16 repet.	1	2	3	4
Colônião IZ-1	17 b	17 a	14 a	19 a	20 a	16 a
Vencedor	27 a	12 b	11 ab	11 b	11 b	14 a
Centenário	25 a	10 bc	9 b	8 b	11 b	13 ab
Marandu	23 a	9 c	9 b	9 b	9 b	10 b
Teste F	**	**	-	-	-	-
C.V. (%)	21,20	17,02	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares no 2º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 19. Efeito dos níveis de calcário nos teores de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea nos cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte.

Figura 20. Efeito dos níveis de calcário nos teores de B, Cu, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 2º. corte.

4.2.6.2. Cobre

No 1º. corte não houve efeito da calagem no teor de Cu na M.S. das gramíneas (Tabela 32). No entanto, esse teor variou significativamente ($p < 0,01$) entre os diversos cultivares estudados. Os teores foram mais altos para os cultivares Centenário, seguidos pelo Marandu, Vencedor e Colônia IZ-1, respectivamente (Tukey 5%) (Tabela 33). No 2º. corte houve efeito significativo dos níveis de calcário nos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, porém estas diferenças não foram detectadas pelo teste Tukey 5%. O efeito foi quadrático representado pela equação $Y = 7,6375 - 0,1241X + 0,0214X^2$, como mostra a Figura 20.

Houve efeito dos níveis de calagem para o cultivar Vencedor, cujo teor de Cu na M.S. diminuiu no nível 3, com $V\% = 57,03$, aumentando a seguir com $V\% = 68,33$, último nível de calcário segundo a equação $Y = 8,8995 - 0,0931X$ ($R^2 = 0,46$). Para os cultivares Centenário e Marandu não houve diferença detectada pelo teste de Tukey 5%. Porém as equações de regressão foram $Y = 6,3752 + 0,1035X$ ($R^2 = 0,83$) e $Y = 9,5254 + 0,1138X$ ($R^2 = 0,89$), respectivamente.

O teor de cobre variou significativamente entre os cultivares nos níveis de calcário (interação significativa) (Tabela 33). Assim, no nível 1 com $V\% = 30,81$ o Marandu e Vencedor apresentaram igual teor de Cu, porém diferentes do Centenário e do Colônia IZ-1, este último apresentando menor teor de Cu na M.S. (Tukey 5%). Nos demais níveis de calcário o teor desse nutriente na M.S. foi maior para o Marandu, seguindo-se em ordem decrescente o Vencedor, Centenário e IZ-1 (Tukey 5%)..

Tabela 32. Teor de cobre (Cu) (ppm) na M.S. da parte aérea, entre os níveis de calcário, dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (média de 4 repetições).

Níveis de calcário	Cu 1º. corte		Cu 2º. corte			
	Médias de 16 repet.	Médias de 16 repet.	1	2	3	4
1	11 a	8 a	5 a	9 a	6 a	9 a
2	10 a	7 a	5 a	9 ab	6 a	10 a
3	10 a	7 a	5 a	8 b	7 a	10 a
4	10 a	8 a	5 a	8 ab	10 a	
Teste F	n.s.	*	-	-	-	-
Reg. linear	n.s.	n.s.	n.s.	(0,46)*	(0,83)*	(0,89)*
Reg. quadrática	n.s.	(0,97)*	(1,00)*	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	5,40	5,49	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares no 2º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 33. Teor de cobre (Cu) (ppm) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte (média de 4 repetições).

Cultivares	Níveis de calagem					
	Cu 1º. corte		Cu 2º. corte			
	Médias de 16 repet.	Médias de 16 repet.	1	2	3	4
Colônia IZ-1	6 d	5 d	5 c	5 d	5 d	5 d
Vencedor	10 c	9 b	9 a	9 b	8 b	8 b
Centenário	14 a	7 c	6 b	6 c	7 c	7 c
Marandu	11 b	10 a	9 a	10 a	10 a	10 a
Teste F	**	**	-	-	-	-
C.V. (%)	5,40	5,49	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares no 2º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tabela 34. Teor de ferro (Fe) (ppm) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	Fe 1º. corte	Fe 2º. corte
1	71 ab	83 a
2	67 b	99 a
3	70 b	86 a
4	78 a	93 a
Teste F	**	n.s.
Reg. quadrática	(1,00)**	n.s.
C.V. (%)	11,50	25,80

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 35. Teor de ferro (Fe) (ppm) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Cultivares	Fe 1º. corte	Fe 2º. corte
Colônia IZ-1	60 c	75 b
Vencedor	74 ab	82 b
Centenário	71 b	83 b
Marandu	81 a	121 a
Teste F	**	**
C.V. (%)	11,50	25,80

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 21. Efeito dos níveis de calcário nos teores de Fe (2º. corte), Mn (1º. e 2º. corte) e Zn (1º. corte) na matéria seca da parte aérea do capim-andropogon.

Figura 22. Efeito dos níveis de calcário no teor de B na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1 e Centenário no 2º. corte.

Para o *Andropogon* não foi observado efeito significativo dos níveis do corretivo no teor desse elemento na M.S., em ambos os cortes (Tabela 40).

4.2.6.3. Ferro

Observou-se resposta altamente significativa ($p < 0,01$) nos teores de Fe com a elevação dos níveis de calcário para a média dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º. corte (Tabela 34). O teor de Fe não diferiu estatisticamente até o nível 3, $V\% = 57,03$, aumentando em seguida, quando $V\%$ passou para 68,83, representado pela equação quadrática $Y = 90,7373 - 2,2863X + 0,5001X^2$, como mostra a Figura 19. Houve diferença significativa ($p < 0,01$) do teor desse elemento entre os cultivares, onde Marandu, Vencedor e Centenário apresentaram maior teor de Fe que o cultivar Colônia IZ-1 (Tabela 35).

No 2º. corte não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de calcário no teor de Fe na M.S. Porém, observou-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os cultivares. A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentou maior teor de Fe na M.S. (Tabela 35). Os níveis desse nutriente na M.S. dos cultivares de *Panicum* não diferiram entre si e se encontram levemente abaixo da média sugerida por GALLO et al. (1974), porém dentro da faixa de dispersão.

Os tratamentos não alteraram significativamente o teor de Fe na M.S. do capim *Andropogon* no 1º. e 2º. cortes (Tabela 40). Porém, a regressão polinomial mostrou aumento linear no 2º. corte, dado pela equação $Y = 85,6802 + 2,1932X$ (Figura 21).

4.2.6.4. Manganês

Os teores de manganês na parte aérea para todos os cultivares sofreram decréscimos altamente significativos no 1º. e 2º. cortes com os níveis de calcário (Tukey 1%), como mostra a Tabela 36.

Houve diferenças nos teores desse elemento entre os cultivares ($p < 0,01$) e interação significativa ($p < 0,01$), com diferentes comportamentos dos capins dentro de cada nível de calcário empregado tanto no 1º. como no 2º. corte (Tabela 37).

No 1º. corte, o Colonião IZ-1 apresentou decréscimo no teor de Mn a partir do nível 3 de calcário, com $V\% = 57,03$; o Vencedor a partir de 45,81 (nível 2), com diminuição gradativa e significativa (Tukey 5%) até o nível mais alto de calcário; o Centenário também a partir de 45,81, não havendo diferença entre os níveis 2 e 3, tornando a decrescer no último nível de calcário $V\% = 68,83$; o Marandu apresentou decréscimo a partir do nível 1 com $V\% = 57,03$, não havendo diferença no teor desse elemento com a dose mais elevada do corretivo (Tabela 36). A análise de regressão polinomial apresentou decréscimo linear para o Colonião IZ-1 segundo a equação $Y = 132,3185 - 12,3723X$; $Y = 205,5868 - 20,2621X$ para o Vencedor; $Y = 119,8654 - 10,1250X$ para o Centenário e $Y = 143,4574 - 12,8247X$ para o cultivar Marandu, como mostra as Figuras 23 e 24.

Nos níveis de calcário 1 e 2 o Vencedor apresentou maior teor de Mn, se igualando aos demais capins no 3º. nível, com exceção do Marandu. Na dose mais elevada de calcário todos os cultivares não diferiram entre si significativamente quanto ao teor de manganês (Tabela 37).

No 2º. corte o IZ-1, Vencedor e Centenário apresentaram decréscimos no teor de Mn até o nível 3, com $V\% = 57,16$; já o Marandu diminuiu gradativamente o teor desse elemento com o aumento da calagem, a partir de $V\% = 42,07$ (nível 2 de calcário). A análise de regressão apresentou decréscimo linear para o Colonião IZ-1 dado pela equação $Y = 268,8927 - 29,1284X$; decréscimo quadrático para o Vencedor, representado pela equação $Y = 304,4890 - 60,8503X + 3,6569X^2$; decréscimo linear para o Centenário, dado pela equação $Y = 179,9902 - 19,4245X$ e decréscimo linear para o cultivar Marandu, onde $Y = 224,1021 - 22,6817X$ (Figuras 23 e 24).

O teor de Mn entre os cultivares IZ-1 e Vencedor não diferiu nos níveis 1 e 2 de calcário, e foi igual entre todos os capins nos dois níveis mais elevados de calagem, cujos valores de $V\%$ atingidos foram 57,16 e 69,5, respectivamente.

Para o capim-andropogon não houve efeito significativo no nível de calcário sobre o teor de manganês no 1º. corte. Porém a regressão polinomial apresentou equação linear decrescente, dada por $Y = 117,2101 - 9,6681X$ (Tabela 40). Houve diminuição significativa ($p < 0,01$) no 2º. corte, dado pela equação $Y = 282,5239 - 25,3517X$ (Tabela 40), corroborando com resultados obtidos por PAULINO et al. (1989), trabalhando com esta gramínea.

Decréscimo do teor de Mn na parte aérea de gramíneas com a adição de calcário ao solo foi relatado por ABRUÑA et al. (1964), PAULINO et al. (1989) e PREMAZZI (1991) e explicados como devidos à redução na disponibilidade dos micronutrientes (boro, ferro, manganês e zinco) no solo com o aumento do pH.

Tabela 36. Teor de manganês (Mn) (ppm) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	Mn 1º. corte					Mn 2º. corte				
	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Médias 16 repet.	Col. IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu
1	151a	128a	207a	123a	147a	243a	265a	300a	181a	228a
2	118b	109a	160b	90b	114b	178b	216b	192b	135b	168b
3	77c	73b	95c	72bc	69bc	93c	105c	82c	78c	106c
4	53d	40c	66d	47c	58c	59d	67c	60c	44c	66d
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
Reg. linear	(0,99)**	(0,98)**	(0,98)**	(0,98)**	(0,95)**	**	(0,96)**	**	(0,99)**	(0,99)**
Reg. quadr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(0,99)**	n.s.	(0,99)**	n.s.	n.s.
C.V. (%)	14,06	-	-	-	-	14,10	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: **

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 37. Teor de manganês (Mn) (ppm) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Níveis de calagem									
	Mn 1º. corte					Mn 2º. corte				
	Médias 16 repet.	1	2	3	4	Médias 16 repet.	1	2	3	4
Col. IZ-1	87bc	128b	109b	73ab	40a	163a	265ab	216a	105a	67a
Vencedor	132a	207a	160a	95a	60a	159ab	300a	192ab	82a	60a
Centenário	83c	123b	90b	72ab	47a	110c	181c	135c	78a	44a
Marandu	97b	147b	114b	69b	58a	142b	228b	168bc	106a	66a
Teste F	**	-	-	-	-	**	-	-	-	-
C.V. (%)	14,06	-	-	-	-	14,10	-	-	-	-

Teste F para a interação níveis x cultivares: **

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 23. Efeito dos níveis de calcário nos teores de Mn na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1 e Vencedor no 1º. e 2º. corte.

Figura 24. Efeito dos níveis de calcário nos teores de Mn na matéria seca da parte aérea dos cultivares Centenário e Marandu no 1º. e 2º. corte.

4.2.6.5. Zinco

Pela Tabela 38 observa-se que o teor de Zn na M.S. diminuiu com a aplicação do calcário no 1º. corte, para o Colonião IZ-1 a partir de $V\% = 57,03$ (nível 3), para o Centenário houve diminuição no nível 2 com 45,81% seguido de elevação quando a saturação por bases passou para 57,03 (nível 3) e nova queda com 68,83% no nível 4.

Para o Vencedor e Marandu não houve efeito significativo do aumento da calagem e no teor de Zn na M.S., porém com tendência a diminuir para o cultivar Marandu no 1º. corte. Esta tendência também foi apontada por PREMAZZI (1991). A análise de regressão polinomial apresentou diminuição quadrática para o Colonião IZ-1, dado pela equação $Y = 28,6252 + 1,3956X - 0,2781X^2$ e diminuição linear para o Centenário, apresentado pela equação $Y = 34,9715 - 0,6305X$, ilustrado na Figura 25.

Notou-se diferença altamente significativa para o teor de Zn entre os cultivares e significativo para a interação dos níveis e cultivares, no 1º. corte (Tabela 39). Assim, dentro dos níveis de calcário utilizados houveram comportamentos diferentes dos cultivares quanto ao teor de Zn na M.S.

No nível 1 com $V\% = 30,81$, os cultivares Marandu e Centenario apresentaram maior teor de Zn na M.S., seguidos pelos outros dois cultivares IZ-1 e Vencedor (Tabela 38). Com $V\% = 45,81$ (nível 2) o cultivar Marandu apresentou maior teor de Zn, seguido pelos cultivares Centenário e IZ-1, que não diferiram entre si. O teor mais baixo de Zn foi apresentado pelo Vencedor. A partir do nível 3, com $V\% = 57,03$ o

cultivar Marandu apresentou maior teor de Zn, seguido pelo Centenário. O teor mais baixo deste elemento foi encontrado nos cultivares IZ-1 e Vencedor.

No 2º. corte foi observado efeito do aumento de calcário na diminuição do teor de Zn a partir do nível 3, com 57,16 (Tabela 38). A equação de regressão apresentou decréscimo linear, dado pela equação $Y = 56,5753 - 1,5951X$ (Figura 25).

Para o capim-andropogon não houve alteração significativa no teor de Zn na M.S. com aumento do calcário em ambos os cortes, como mostra a Tabela 40. Porém, a regressão polinomial apresentou diminuição linear, dada pela equação $Y = 52,8191 - 1,8824X$ ($R^2 = 0,96$).

Diminuição significativa do teor desse nutriente em capim-andropogon, com aumento da dose de calcário utilizada, foi encontrada por PAULINO et al. (1989).

Tabela 38. Teor de zinco (Zn) (ppm) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	Zn 1º. corte					Zn 2º. corte
	Médias de 16 repet.	Colônião IZ-1	Vencedor	Centenário	Marandu	Média de 16 repet.
1	33 a	29 a	26 a	36 a	40 a	57 a
2	31 ab	30 a	25 a	30 b	38 a	51 ab
3	33 a	29 a	27 a	35 a	40 a	50 ab
4	29 b	24 b	26 a	29 b	36 a	45 b
Teste F	**	-	-	-	-	**
Reg. linear	(0,44)**	*	n.s.	(0,33)**	n.s.	(0,92)**
Reg. quadr.	n.s.	(0,98)*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	7,99	-	-	-	-	15,97

Teste F para a interação níveis x cultivares no 1º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

Tabela 39. Teor de zinco (Zn) (ppm) na M.S. da parte aérea entre os cultivares Colônião IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Cultivares	Zn 1º. corte					Zn 2º. corte
	Médias 16 repet.	1	2	3	4	Média de 16 repet.
Col. IZ-1	28 c	29 b	30 b	29 c	24 c	49 b
Vencedor	26 c	26 b	25 c	27 c	26 bc	57 a
Centenário	33 b	36 a	30 b	35 b	29 b	50 ab
Marandu	39 a	40 a	38 a	40 a	36 a	48 b
Teste F	**	-	-	-	-	*
C.V. (%)	7,99	-	-	-	-	15,97

Teste F para a interação níveis x cultivares no 1º. corte: *

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figura 25. Efeito dos níveis de calcário no teor de Zn na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colonião IZ-1 e Centenário no 1º. corte.

Figura 26. Efeito dos níveis de calcário no teor de Cu na matéria seca da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 2º. corte.

Tabela 40. Teores de micronutrientes (ppm) na M.S. da parte aérea do capim andropogon no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Níveis de calcário	1º. corte					2º. corte				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	21 a	10 a	101 a	186 a	39 a	10 a	7 a	87 a	282 a	53 a
2	28 a	9 a	100 a	152 a	32 a	11 a	8 a	91 a	225 b	47 a
3	24 a	10 a	101 a	107 a	32 a	11 a	7 a	93 a	152 c	45 a
4	27 a	11 a	115 a	123 a	32 a	9 a	7 a	103 a	102 d	38a
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
Regr.linear	n.s.	n.s.	n.s.	(0,75)*	n.s.	n.s.	n.s.	(0,92)*	(0,99)**	(0,96)*
C.V. (%)	29,36	7,45	12,10	26,64	14,47	17,44	20,92	10,90	10,87	17,50

Níveis de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os valores entre parênteses indicam o coeficiente de determinação R^2 para a equação.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho pode-se apontar as seguintes conclusões:

1. Considerando-se os diversos parâmetros analisados, os cultivares Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário, Marandu e Andropogon apresentaram comportamentos diferentes entre si quando submetidos a níveis de calcário.

2. Para os cultivares estudados não há necessidade de se fazer calagem quando a saturação por bases do solo estiver em 30% ou mais, quando cultivados no solo utilizado neste trabalho.

3. Os novos cultivares de gramínea forrageira *P. maximum* cv. Vencedor e *P. maximum* cv. Centenário não responderam à aplicação de calcário, comportando-se igualmente aos cultivares tradicionalmente plantados em regiões de cerrado.

4. A aplicação de calcário não interferiu nos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e nos teores de B, Cu, Fe e Zn na matéria seca da parte aérea do capim-andropogon no 1º. e 2º. cortes.

5. Os teores de potássio na matéria seca apresentaram-se mais elevados nos novos cultivares Vencedor e Centenário que nos cultivares Colonião IZ-1 e Marandu, independente do nível de calcário empregado no 1º. corte.

6. O cultivar Vencedor, no 1º. corte, apresentou maior teor de Ca na matéria seca independente do nível de calcário utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRUÑA, F. & FIGARELLA, J. Some effects of calcium and phosphorus fertilization on the yield and composition of a tropical kudzu-grass pasture. **Journal of Agricultura of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, **41**(4): 231-5, 1957.
- ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R.W. Effect of liming on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. **Proceedings Soil Science Society of American**, Madison, **28**(5): 657-61, 1964.
- ALCÂNTARA, P.B. & BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**; gramíneas e leguminosas. São Paulo, Nobel, 1979. 150p.
- ALCARDE, J.C. Características dos corretivos da acidez do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA AGRICULTURA, 1., Ipanema, 1986. **Trabalhos apresentados**. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.1-19.
- AZEVEDO, L.G. & CASER, R.L. Regionalização do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., Brasília, 1979. **Cerrado; uso e manejo**. Brasília, Editerra, 1982. p.213-21.

BARCELLOS, A.O. & SANZONOWICZ, C. Resposta à calcário e fósforo de três *Panicum maximum* selecionados para baixa fertilidade do solo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., Brasília, 1987. **Anais**. Brasília, SBZ, 1987. p.155.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48p. (IAC. Boletim Técnico, 78).

BERROTERÁN, J.L. Respuesta de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis* a la fertilización en los Llanos Centrales de Venezuela. **Pasturas Tropicales**, Cali, 11(3): 2-7, 1989.

BRENES, E. & PEARSON, R.W. Roots responses of three gramineas to soil acidity in an oxisol and on ultisol. **Soil Science**, Baltimore, 116(4): 295-302, 1973.

CARRIEL, J.M.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G.; MONTEIRO, A.M.; MEIRELLES, N.M.F. Limitações nutricionais de um solo podzólico vermelho-amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, 46(1): 61-73, 1989.

CASAGRANDE, J.C. & SOUZA, O.C. de. Efeito de níveis de enxofre sobre quatro gramíneas forrageiras tropicais em solos sob vegetação de cerrado do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 17(1): 21-5, 1982.

✱ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Nutrición mineral de plantas forrajeras. In: _____. **Informe anual 1977**. Cali, 1978. p.A.61 - A.65.

✱ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe anual 1979**; pastos tropicales, Cali, 1980. 186p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fertilidad del suelo y nutrición de plantas. In: _____. **Informe anual 1981**; pastos tropicales, Cali, 1982. p.171-94.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Desarrollo de pastos en los cerrados. In: _____. **Informe anual 1988**; pastos tropicales, Cali, 1989. p.13.1-13.10 (Documento de Trabajo, 59).

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Desarrollo de pastos en los cerrados. In: _____. **Informe anual 1989**; pastos tropicales. Cali, 1990. p.13.1-13.10 (Documentos de Trabajo, 69).

COLEMAN, N.T. & THOMAS, S.W. The basic chemistry of soil acidity. In: PEARSON, R.W. & ADAMS, F., ed. **Soil acidity and lime**. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p.1-41 (Agronomy, 12).

COLOZZA, M.T.; SAVASTANO, S.A.L.; WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. Efeito da aplicação de gesso e calcário dolomítico em dois solos ácidos cultivados com soja-perene (1). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **40**(1): 75-96, 1983.

COUTO, W.; LEITE, G.G.; KORNELIUS, E. The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, **77**(4): 539-42, 1985.

COUTO, W.; LEITE, G.G.; SANZONOWICZ, C. Response of andropogon grass to P fertilizers and lime in a Dark-Red Latosol of the cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **26**(3): 297-304, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande, 1985a. 31p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual 1981/82**. Planaltina, 1985b. 177p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, **Capim vencedor**; nova opção para a formação de pastagens nos cerrados. Planaltina, 1990. n.p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual 1977/78**. Planaltina, 1979. 192p.

EMRICH, E.S. Competição entre cinco gramíneas forrageiras para a formação de pastagens em solo de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2., Sete Lagoas, 1967. **Anais**. Sete Lagoas, São Vicente, 1972. p.209-21.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**; princípios e perspectivas. São Paulo, EDUSP, 1975. 344p.

FALADE, J.A. The effect of phosphorus on growth and mineral composition of five tropical grass. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, 40(4): 342-59, 1975.

FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.; ARRUDA, M.L.R. Relações entre capacidade de troca de cátions das raízes e toxidez de alumínio em duas gramíneas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 19(5): 631-7, 1984.

FERRARI NETO, J. Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq.) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapt) em latossolo da região noroeste do Estado do Paraná. Lavras, 1991. 126p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).

- FOY, C.D. Effect of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W., ed. **The plant root and its environment**. Charlottesville, University Press of Virginia, 1974. p.601-43.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **31**(1): 115-37, 1974.
- GALRÃO, E.Z. & LOPES, A.S. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., Brasília, 1979. **Cerrado; uso e manejo**. Brasília, Editerra, 1982. p.597-616.
- GHISI, O.M.A.A. & PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1., Nova Odessa, 1986. **Anais**. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1987.
- GOEDERT, W.J.; RITCHEY, K.D.; SANZONOWICZ, C. Desenvolvimento radicular do capim andropogon e sua relação com o teor de cálcio no perfil do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **9**(1): 89-91, 1985.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; RIBEIRO, A.C.; BRAGA, J.M.; MARTINS, O. Calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção de capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.) no cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, **15**(3): 241-6, 1986.
- HADDAD, C.M. Efeito do enxofre, aplicado na forma de gesso, sobre a produção e qualidade do capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.). Piracicaba, 1983. 115p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- HELYAR, K.R. Effect of aluminium and manganese toxicity on legume growth. In: ANDREW, C.S. & KAMPRATH, E.J., ed. **Mineral nutrition of legumes; tropical and subtropical soils**. Melbourne, CSIRO, 1978. p.207-31.

- HUTTON, E.M. & SOUSA, F.B. Melhoramento de *Panicum maximum* para latossolos ácidos e de baixa fertilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., Brasília, 1987. **Anais.** Brasília, SBZ, 1987. p.231.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y.H.; COSTA, J.C.G. Seleção de cultivares de *Panicum maximum* quanto à exigência de fertilidade e tolerância à seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., Brasília, 1987. **Anais.** Brasília, SBZ, 1987. p.223.
- JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. Resposta de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho amarelo de campo cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, 5(3): 91-9, 1970.
- KORNELIUS, E.; SAUERESSIG, M.G.; GOEDERT, W.J. Establecimiento y manejo de praderas en los cerrados del Brasil. In: TERGAS, L.E. & SÁNCHEZ, P.A., ed. **Producción de pastos en suelos acidos de los tropicos.** Cali, CIAT, 1979. p.159-79.
- LIMA, S.A.A. de & MATTOS, H.B. de. Nutrição mineral em cinco estilosantes cultivados em um solo de cerrado paulista. II. Teores de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, cobre, ferro, zinco e manganês. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, 39(2): 93-105, 1982.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**; características, propriedades e manejo. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1984. 162p.
- LOURENÇO, A.J. & SARTINI, H.J. Efeito da fertilização fosfatada e da lotação nas concentrações de fósforo e cálcio no solo, na forragem disponível e no soro sanguíneo de bovinos (1). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, 39(1): 1-10, 1982.

- LOTERO, J.C.; MONSALVE, S.A.; RAMÍREZ, A.; VILLAMIZAR, F. Respuesta de gramíneas y leguminosas forrajeras al encalamiento. **Suelos Ecuatoriales**, Bogotá, **3**: 210-39, 1971.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; FORNASIERI Fº, D.; GUIMARÃES, P.T.G.; GUILHERME, M.R.; EIMORI, I.; VASCONCELLOS, L.A.B.C.; MORAES, C.L.; KAMISKY, J.; MUTTON, M.A.; CARVALHO, J.G.; RUY, V.M. Efeito de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. I. Capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.). **Boletim Técnico SN**, São Paulo, **(3)**: 9-22, 1984.
- MARTINEZ, H.E.P.; ALOISI, A.M.D.; BOLIANI, A.C. Macronutrientes em gramíneas. In: HAAG, H.P. **Nutrição mineral de forrageiras no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p.3-73.
- MATTOS, H.B. de & COLOZZA, M.T. Macronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. **Anais**. Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.233-56.
- McCOSKER, T.H. & TEITZEL, J.K. A review of guineagrass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. **Tropical Grasslands**, Brisbane, **9(3)**: 177-90, 1975.
- MEIRELLES, N.M.F.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G.; CARRIEL, K.M.; PAULINO, V.T.; COLOZZA, M.T. Nível crítico de fósforo em capim colônia cultivado em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **45(1)**: 215-32, jan/jun. 1988.
- MENDES, J.F. Características químicas e físicas de alguns solos sob cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2., Sete Lagoas, 1967. **Anais**. Sete Lagoas, Ed. São Vicente, 1972. p.51-62.

- MIRANDA, L.N.; MIELNICZUK, J.; LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., Brasília, 1979. **Cerrado; uso e manejo**. Brasília, Editerra, 1982. p.523-78.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. 2.ed., São Paulo, Nobel, 1988. 198p.
- MONTEIRO, F.A. & CARRIEL, J.M. Aplicação de níveis de enxofre na forma de gesso para cultivo do capim colônia em dois solos arenosos do Estado de São Paulo. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **44**(2): 335-47, 1987.
- MONTEIRO, F.A.; MALAVOLTA, F.; WERNER, J.C. Efeito da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em leguminosas forrageiras (1): soja perene tinaroo e siratro cultivado em vasos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **40**(1): 97-126, 1983.
- MOURTHÉ, H. Considerações sobre recuperação de cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2., Sete Lagoas, 1967. **Anais**. Sete Lagoas, Ed. São Vicente, 1972. p.239-43.
- OLIVEIRA, P.R.P. de ALCÂNTARA, P.B. Capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.): caracterização e reprodução. **Zootecnia**, Nova Odessa, **16**(3): 123-32, 1978.
- OLMOS, J.I.L. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **28**(2): 171-80, 1976.
- OLSEN, S.R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L., ed. **Micronutrients in agriculture**. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.243-64.

- PAULINO, V.T. Efeito da fertilização fosfatada, da calagem e micronutrientes no desenvolvimento de plantas forrageiras. Piracicaba, 1990. 290p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PAULINO, V.T.; ANTON, D.P.; COLOZZA, M.T. Problemas nutricionais do gênero *Brachiaria* e algumas relações com o comportamento animal. **Zootecnia**, Nova Odessa, **25**(3): 197-214, 1987.
- PAULINO, V.T.; MALAVOLTA, E.; PIGATO, A.M. Efeito de níveis de fosfogesso e calagem sobre o cultivo do capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth.). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **64**(1): 55-90, 1989.
- PEARSON, R.W. & HOVELAND, G.S. Lime needs of forage crop. In: MAYS, D.A., ed. **Forage fertilization**. Madison, American Society of Agronomy, 1974. p.301-22.
- PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1., Nova Odessa, 1986. **Anais**. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1987.
- PORZECANSKY, J. Melhoramento de plantas forrageiras alternativas para adaptação a solos tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM SOLOS TROPICAIS ÁCIDOS, Campo Grande, 1979. **Anais**. Campo grande, EMBRAPA-CNPGC, 1979. p.57-66.
- PREMAZZI, L.M. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais. Piracicaba, 1991. 215p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1983. 76p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142p.

RAIJ, B. van. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988. 88p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SANZONOWICZ, C.; LOBATO, E.; GOEDERT, W.J. Efeito residual de calagem e de fonte de fósforo numa pastagem estabelecida em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **22**(3): 233-43, 1987.

SILVA, A.R. de. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil. Antecedentes, necessidade e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **28**(2): 147-9, 1976.

SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. **Anais**. Piracicaba, POTAFÓS, 1986. p.77-91.

SIQUEIRA, C.; CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F.; OLIVEIRA, F.T.T. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1., REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., Fortaleza, 1980. **Anais**. Fortaleza, SBZ, 1980. p.473.

- SMITH, F.W. & DOLBY, G.R. Derivation of diagnostic indices for assessing the sulphur status of *Panicum maximum* var. Trichoglume. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, **8**(3): 221-40, 1977.
- SOUZA, D.M.G. de; CARVALHO, L.J.C.B.; MIRANDA, L.N. de. Correção da acidez do solo. In: GOEDERT, N.J. **Solos dos cerrados**; tecnologia e estratégia de manejo. São Paulo, Nobel, 1985. p.99-127.
- SOUZA, S.O. de; PINTO, J.C.; ROCHA, G.P.; MUNIZ, J.A. Influência da idade na composição química de quatro gramíneas forrageiras tropicais. **Ciência e Prática**, Lavras, **13**(1): 56-64, 1989.
- SPAIN, J.M. Establecimiento y manejo de pastos en los llanos orientales de Colombia. In: TERGAS, L.E. & SANCHEZ, P.A., ed. **Producción de pastos en suelos acidos de los tropicos**. Cali, CIAT, 1979. p.181-9.
- SPAIN, J.M. & ANDREW, C.S. Mineral characterization of species. Six tropical grasses x four aluminium treatments in water culture. In: COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. Division of Tropical Crops and Pastures. **Annual report 1975-1976**. St. Lucia, 1976. p.50.
- THOMS, D. & LAPOINTE, S. Testing new accessions of guinea-grass (*Panicum maximum*) for acid soils and resistance to spittlebug (*Aeneolamia reducta*). **Tropical Grasslands**, St. Lucia, **23**(4): 232-9, 1989.
- THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. de; COUTO, W.; ROCHA, C.M.C. da; MOORE, P. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* cv. Planaltina: principais características forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **16**(3): 347-55, 1981.
- USBERTI FILHO, J.A. Capim colônião IAC-Centenário. **Casa da Agricultura**, Campinas, **10**(3): 11-3, 1988.

- USBERTI FILHO, J.A.; FURLAN, P.R.; GALLO, P.B.; PEREIRA, C.A.; DENNUCCI, S.
Avaliação de híbridos e cultivares de capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) quanto à tolerância ao alumínio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., Brasília, 1987. **Anais**. Brasília, SBZ, 1987. p.167.
- VITTI, G.C. & NOVAES, N.J. Adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. **Anais**. Piracicaba, POTAFOS, 1986. p.191-231.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1986. 46p. (IZ. Boletim Técnico, 18).
- WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A.; CARRIEL, J.M. Efeitos da calagem em capim colonião. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **36**(2): 247-53, 1979.
- WERNER, J.C.; QUAGLIATO, J.L.; MARTINELLI, D. Ensaio de fertilização do colonião com solo da "noroeste". **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, **24**: 159-67, 1967.

A P Ê N D I C E

Tabela 41. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a análise química de solo 40 dias após a incubação (médias de 4 repetições).

Análise química	Equação	Teste F	R^2
pH CaCl_2	$Y = 4,336697 + 0,1546384X$	**	0,99
M.O. %	-----	n.s.	-
P res.	$Y = 3,467928 + 0,7009353X - 0,07072583X^2$	**	0,99
K^+	$Y = 0,229172 - 0,0173698X$	**	0,81
Ca^{2+}	$Y = 0,923915 + 0,3415694X$	**	0,99
Mg^{2+}	$Y = 0,705806 + 0,2953260X$	**	0,99
S	$Y = 1,874125 + 0,6144582X$	**	0,99
H+Al	$Y = 7,168432 - 0,9798238X + 0,05901405X^2$	**	0,99
Al^{3+}	$Y = 2,367127 - 0,6764182X + 0,05364525X^2$	**	0,99
CTC	-----	n.s.	-
V%	$Y = 22,879704 + 6,246135X$	**	0,99

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 42. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para análise química do solo para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu no 1º e 2º corte (médias de 16 repetições).

Análise química	Corte	Equação	Teste F	R^2
pH CaCl_2	1º	$Y = 4,274083 + 0,0762918X + 0,00716896X^2$	**	0,99
	2º	$Y = 4,371857 + 0,1084849X$	**	0,99
M.O. %	1º	-----	n.s.	-
	2º	-----	n.s.	-
P res.	1º	-----	n.s.	-
	2º	$Y = 13,355929 + 0,3123730X$	*	0,98
K ⁺	1º	$Y = 0,126446 + 0,0026634X$	*	0,78
	2º	-----	n.s.	-
Ca ²⁺	1º	$Y = 1,036448 + 0,3565274X$	**	0,99
	2º	$Y = 0,997794 + 0,3852709X$	**	0,99
Mg ²⁺	1º	$Y = 0,612068 + 0,2413200X$	**	0,99
	2º	$Y = 0,707042 + 0,1362595X + 0,01306535X^2$	*	0,99
S	1º	$Y = 1,779842 + 0,6012342X$	**	0,99
	2º	$Y = 1,809722 + 0,6085135X$	**	0,99
H+Al	1º	$Y = 4,698765 - 0,2703198X$	**	0,99
	2º	$Y = 5,144254 - 0,3341624X$	**	0,99
Al ³⁺	1º	$Y = 2,346977 - 0,5297239X - 0,032516X^2$	**	0,99
	2º	$Y = 2,398559 - 0,5316943X + 0,03225251X^2$	**	0,99
CTC	1º	$Y = 6,497045 + 0,3281968X$	**	0,97
	2º	$Y = 7,216708 - 0,0451550X + 0,04375746X^2$	*	0,97
V %	1º	$Y = 31,852454 + 5,1822071X$	**	0,99
	2º	$Y = 28,144650 + 5,8007346X$	**	0,99

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 43. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para análise química do solo para o capim-andropogon no 1º. e 2º. corte (médias de 4 repetições).

Análise química	Corte	Equação	Teste F	R^2
pH CaCl_2	1º.	$Y = 4,462534 + 0,0676118X + 0,00850885X^2$	*	1,00
	2º.	$Y = 4,296637 + 0,135504X$	**	0,99
M.O. %	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	$Y = 3,575756 - 0,0673238X$	**	0,95
P res.	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	$Y = 10,549637 + 0,6609008X$	*	0,84
K^+	1º.	$Y = 0,359351 + 0,0245064X$	**	0,61
	2º.	-----	n.s.	-
Ca^{2+}	1º.	$Y = 1,229988 + 0,3006107X$	**	0,99
	2º.	$Y = 0,989269 + 0,4253226X$	**	0,99
Mg^{2+}	1º.	$Y = 0,804289 + 0,2569252X$	**	0,99
	2º.	$Y = 0,669962 + 0,2969394X$	**	0,99
S	1º.	$Y = 2,414612 + 6,567668X$	**	0,99
	2º.	$Y = 1,907249 + 0,7260871X$	**	0,99
H+Al	1º.	$Y = 5,270143 - 0,3840975X$	**	0,98
	2º.	$Y = 6,591878 - 0,7388029X + 0,03656989X^2$	*	0,99
Al^{3+}	1º.	$Y = 2,233461 - 0,5207216X + 0,03116801X^2$	**	0,99
	2º.	$Y = 2,703181 - 0,7312026X + 0,05578248X^2$	**	0,99
CTC	1º.	$Y = 7,663261 + 0,2792929X$	**	0,99
	2º.	$Y = 8,285492 + 0,2524523X$	*	0,92
V %	1º.	$Y = 31,447051 + 6,08087X$	**	0,97
	2º.	$Y = 24,440448 + 6,4553673X$	**	0,98

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 44. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 repetições).

Parâmetro analisado	Corte	Equação	Teste F	R^2
Produção de MS Parte aérea	1°.	$Y = 11,36971 - 0,3057774X$	**	0,85
	2°.	-----	n.s.	-
Produção de M.S. total	--	$Y = 30,160655 - 0,3877758X$	**	0,83
Peso seco de raiz	--	$Y = 8,6131181 - 0,1369635X$	**	0,96
Número total médio perfílos	1°.	$Y = 12,30569 - 0,3129924X$	**	0,90
Altura da haste principal	--	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 45. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para o capim-andropogon (médias de 4 repetições).

Parâmetro analisado	Corte	Equação	Teste F	R^2
Produção de MS Parte aérea	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	$Y = 11,577361 - 0,8832609X + 0,10329327X^2$	**	0,95
Produção de M.S. total	--	$Y = 28,09011 - 2,8538093X + 0,32446656X^2$	**	0,99
Peso seco de raiz	--	$Y = 12,86377 - 1,507284X + 0,1725589X^2$	*	0,99
Número total médio perfilhos	--	-----	n.s.	-
Altura da haste principal	--	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%. n.s. não significativo.

Tabela 46. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para percentagem de nitrogênio da raiz (N raiz) e percentagem de macronutrientes da M.S. da parte aérea dos cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, no 1º. e 2º. corte (médias de 16 repetições).

Parâmetro analisado	Corte	Equação	Teste F	R^2
N raiz	--	$Y = 0,778275 + 0,0164787X$	**	0,85
N	1º.	$Y = 1,638113 - 0,0217816X + 0,01107766X^2$	*	0,99
	2º.	$Y = 1,608715 - 0,059384X + 0,00701492X^2$	*	0,99
P	1º.	$Y = 0,130558 - 0,0013185X$	**	0,95
	2º.	-----	n.s.	-
K	1º.	$Y = 2,145194 + 0,0597722X$	**	0,93
	2º.	$Y = 1,520157 + 0,0176412X$	**	0,75
Ca	1º.	$Y = 0,266836 + 0,0321449X$	**	0,99
	2º.	$Y = 0,267631 + 0,0231694X$	**	0,99
Mg	1º.	$Y = 0,258871 + 0,0387864X$	**	0,99
	2º.	$Y = 0,240663 + 0,0354020X$	**	0,99
S	1º.	$Y = 0,10082 + 0,00344X$	**	0,95
	2º.	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 47. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2), quantidade total de nitrogênio (Q.T.N.), percentagem de nitrogênio da raiz (N raiz) e percentagem de macronutrientes na M.S. da parte aérea do cultivar Andropogon no 1º e 2º corte (médias de 4 repetições)

Parâmetro analisado	Corte	Equação	Teste F	R^2
Q.T.N.	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-
N raiz	-	-----	n.s.	-
N	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-
P	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-
K	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-
Ca	1º.	$Y = 0,348795 + 0,0072340X$	n.s.	-
	2º.		n.s.	-
			*	0,52
Mg	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-
S	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 48. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R²) para teor de micronutrientes (ppm) na M.S. da parte aérea dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu (médias de 16 repetições).

Nutriente	Corte	Equação	Teste F	R ²
B	1º.	$Y = 20,67018 + 0,664719X$	**	0,92
	2º.	$Y = 10,957306 + 0,3180314X$	**	0,99
Cu	1º.	-----	n.s.	-
	2º.	$Y = 7,637492 - 0,1241306X + 0,02140385X^2$	*	0,97
Fe	1º.	$Y = 70,939287 - 2,6863424X + 0,50006981X^2$	**	1,00
	2º.	-----	n.s.	-
Mn	1º.	$Y = 150,307066 - 13,8960154X$	**	0,99
	2º.	$Y = 247,062881 - 36,3655217X + 1,37543543X^2$	**	0,99
Zn	1º.	$Y = 32,761211 - 0,3826669X$	**	0,44
	2º.	$Y = 56,575318 - 1,5951534X$	**	0,92

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 49. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para teor de micronutrientes (ppm) na M.S. da parte aérea do cultivar Andropogon no 1º e 2º corte (médias de 4 repetições).

Nutriente	Corte	Equação	Teste F	R^2
B	1º	-----	n.s.	-
	2º	-----	n.s.	-
Cu	1º	-----	n.s.	-
	2º	-----	n.s.	-
Fe	1º	-----	n.s.	-
	2º	$Y = 85,680253 + 2,1931668X$	* 0,92	
M	1º	$Y = 177,210099 - 9,6680744X$	*	0,75
	2º	$Y = 282,523976 - 25,3516841X$	**	0,99
Zn	1º	-----	n.s.	-
	2º	$Y = 52,819129 - 1,8824372X$	* 0,96	

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 50. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu onde a interação níveis e cultivares foi significativa, para o 1º corte (médias de 16 repetições).

Nutriente	Cultivar	Equação	Teste F	R^2
Ca	Col. IZ-1	$Y = 0,274569 + 0,0209955X$	**	0,94
	Vencedor	$Y = 0,348366 + 0,0393397X$	**	0,98
	Centenário	$Y = 0,199368 + 0,044688X$	**	0,99
	Marandu	$Y = 0,25677 + 0,0090007X$	*	0,86
Mg	Col. IZ-1	$Y = 0,201588 + 0,0316528X$	**	0,99
	Vencedor	$Y = 0,303163 + 0,0560627X$	**	0,99
	Centenário	$Y = 0,230118 + 0,0403401X$	**	0,99
	Marandu	$Y = 0,2725 + 0,0843609X - 0,00407733X^2$	**	0,98
S	Col. IZ-1	-----	n.s.	-
	Vencedor	$Y = 0,105769 + 0,0080693X$	**	0,97
	Centenário	$Y = 0,120766 + 0,0049646X$	**	0,98
	Marandu	-----	n.s.	-
Mn	Col. IZ-1	$Y = 132,318547 - 12,3722697X$	**	0,98
	Vencedor	$Y = 205,586843 - 20,2620684X$	**	0,98
	Centenário	$Y = 119,86543 - 10,1250323X$	**	0,98
	Marandu	$Y = 143,457445 - 12,8246914X$	**	0,95
Zn	Col. IZ-1	$Y = 28,625158 + 1,3956546X - 0,27813716X^2$	*	0,98
	Vencedor	-----	n.s.	-
	Centenário	$Y = 34,971524 - 0,6305103X$	**	0,33
	Marandu	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 51. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para os cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu onde a interação níveis e cultivares foi significativa, para o 2º corte (médias de 16 repetições).

Nutriente	Cultivar	Equação	Teste F	R^2
Ca	Col. IZ-1	$Y = 0,0250837 + 0,026684X$	**	0,99
	Vencedor	$Y = 0,333574 + 0,0273088X$	**	0,92
	Centenário	$Y = 0,24309 + 0,0307206X$	**	0,99
	Marandu	$Y = 0,243025 + 0,0079642X$	*	0,74
Mg	Col. IZ-1	$Y = 0,21308 + 0,0276175X$	**	0,98
	Vencedor	$Y = 0,244363 + 0,0421013X$	**	0,96
	Centenário	$Y = 0,18962 + 0,0453085X$	**	0,99
	Marandu	$Y = 0,315587 + 0,0265806X$	**	0,98
S	Col. IZ-1	$Y = 13,963786 + 2,8826717X - 0,35343003X^2$	**	0,98
	Vencedor	-----	n.s.	-
Mn	Centenário	$Y = 8,175748 + 0,5898557X$	**	0,82
	Marandu	-----	n.s.	-
	Col. IZ-1	$Y = 5,499844 - 0,310409X + 0,04282095X^2$	*	1,00
	Vencedor	$Y = 8,899596 - 0,0930563X$	*	0,46
Zn	Centenário	$Y = 6,375156 + 0,1034767X$	*	0,83
	Marandu	$Y = 9,525373 + 0,1137687X$	**	0,89
Zn	Col. IZ-1	$Y = 268,892751 - 29,1284337X$	**	0,96
	Vencedor	$Y = 304,489019 - 60,8502939X + 3,65687291X^2$	**	0,99
	Centenário	$Y = 179,990166 - 19,4244763X$	**	0,99
	Marandu	$Y = 224,102124 - 22,6817456X$	**	0,99

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.

Tabela 52. Equações de regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para porcentagem de nitrogênio (N raiz) dos cultivares Colônia IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu. Interação níveis e cultivares significativa (médias de 16 repetições).

Cultivar	Equação	Teste F	R^2
Colônia	-----	n.s.	-
Vencedor	$Y = 0,837298 + 0,0262809X$	**	0,90
Centenário	$Y = 0,779559 + 0,0313501X$	**	0,84
Marandu	-----	n.s.	-

Nível de significância: ** 1%; * 5%; n.s. não significativo.