**AVALIAÇÃO DE QUATRO FORRAGEIRAS TROPICAIS
CULTIVADAS EM DOIS SOLOS DA ILHA DE MARAJÓ-PA
SUBMETIDOS A CRESCENTES SATURAÇÕES POR BASES**

GETULIO FACIOLA PESSOA BONNETERRE GUIMARÃES

ZOOTECNISTA

ORIENTADOR: PROF. 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
Dezembro - 2000**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Guimarães, Getulio Faciola Pessoa Bonneterre

Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases / Getulio Faciola Pessoa Bonneterre Guimarães. – – Piracicaba, 2000.
197 p. : il.

Dissertação (mestrado) – – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

Bibliografia.

1. Alumínio 2. Calagem 3. Calcário 4. Cálcio 5. Capim braquiaria 6. Capim canarana 7. Gramínea forrageira 8. Magnésio 9. Nutrição mineral 10. Saturação por base I. Título

CDD 633.2

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Ofereço

Aos meus queridos pais:

Getúlio Bonneterre Guimarães
&
Maria Stella Faciola Pessoa Guimarães

pelo constante incentivo e apoio em todas as etapas de minha vida

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP) e em especial ao Departamento de Produção Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por minha formação acadêmica.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio à pesquisa durante o transcorrer do curso.

À mineradora Rio Formoso pela doação do calcário utilizado neste experimento.

Ao Prof. Dr. Herbert Barbosa de Mattos, pela orientação, amizade e liberdade na escolha do tema de pesquisa, possibilitando desta forma a oportunidade de estudar um pouco sobre minha região, tão carente de pesquisas.

Ao Prof. Dr. Ricardo Ferraz pela confiança em mim depositada e em disponibilizar o Laboratório de Plantas Cultivadas Sob Condições de Estresse a livre utilização para o desenvolvimento deste projeto.

Aos demais Professores da ESALQ pelos ensinamentos adquiridos através das disciplinas cursadas, pela amizade e exemplo profissional.

Ao pesquisador Dr. Hélio do Prado pelo auxílio na classificação dos solos utilizados neste experimento.

Aos estagiários André, Primata e Chicotinho que me acompanharam em algumas fases do experimento.

Aos amigos Cláudio, Shozo, Michelle, Elcione Jr., Beth, Belisa, Paula, Rita, que por muitas vezes se passaram por estagiários, caso contrário, não seria possível avaliar tantos parâmetros, que muito enriqueceram esta pesquisa.

Aos amigos e colegas de curso Sérgio, Cláudio, Carlos Augusto, Rafael pela amizade companheirismo durante o transcorrer do curso.

À Paola Gabarra que me acompanhou e muito me ajudou nas etapas finais de excussão e redação da Dissertação.

Ao funcionário Carlos César do Laboratório de Bromatologia, pela amizade, ensinamentos e pela colaboração nas análises laboratoriais.

Às funcionárias do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas Lúcia, Néia, Lurdes e Nirvanda pela colaboração nas análises laboratoriais.

Aos demais funcionários e colegas do curso de pós-graduação, pela amizade, pela ajuda e pela agradável convivência.

Às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIACÕES	VII
RESUMO	XIII
SUMMARY	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Localização, clima e solos da Ilha de Marajo	4
2.2 Espécies forrageiras estudadas	6
2.2.1 <i>Brachiaria humidicola</i>	6
2.2.2 <i>Brachiaria mutica</i>	6
2.2.3 <i>Echinochloa pyramidalis</i>	7
2.2.4 <i>Echinochloa polystachya</i>	8
2.3 Acidez do solo	9
2.3.1 Origem da acidez dos solos	9
2.3.2 Alumínio como componente da acidez do solo	12
2.4 Efeitos da acidez no solo	15
2.4.1 Alumínio versus nutrição e adaptação	17
2.5 Correção da acidez do solo	20
2.5.1 Método da incubação	20
2.5.2 Método baseado na elevação de saturação por bases	21
2.5.3 Princípio da correção da acidez do solo	22
2.5.3.1 Qualidade dos corretivos	24
2.6 Cálcio e magnésio como nutrientes	26
2.6.1 Cálcio	26
2.6.2 Magnésio	27

2.7 Espécies forrageiras e acidez do solo	28
2.7.1 Efeitos na produção de matéria seca	28
2.7.2 Efeito na composição química da forragem	35
2.7.3 Desenvolvimento do sistema radicular	37
3 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 Local e período	40
3.2 Espécies de gramíneas avaliadas	40
3.3 Solos utilizados	40
3.3.1 Origem e coleta	40
3.3.2 Características físico-químicas	41
3.3.3 Classificação	42
3.4 Pré-ensaio de incubação	45
3.5 Delineamento experimental	46
3.6 Tratamentos	47
3.6.1 Adubações realizadas	48
3.7 Parâmetros analisados e metodologias empregadas	49
3.7.1 Determinações no material vegetal	49
3.7.2 Determinações no solo	51
3.8 Preparação e desenvolvimento do experimento	52
3.8.1 Obtenção das mudas	52
3.8.2 Preparação, plantio e condução	53
3.8.3 Coleta dos dados experimentais	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 Pré-ensaio de incubação	60
4.2 Comportamento químico do solo	70

4.2.1 Saturações por bases pretendidas versus alcançadas	71
4.2.2 Calagem e disponibilidade dos nutrientes após a incubação	72
4.2.3 Comportamento do solo ao longo do tempo	74
4.3 Produção de tecido vegetal	97
4.3.1 <i>E. Polystachya</i>	97
4.3.2 <i>E. Pyramidalis</i>	100
4.3.3 <i>B. mutica</i>	103
4.3.4 <i>B. humidicola</i>	110
4.3.5 Considerações finais sobre a produção	114
4.4 Composição química das folhas	132
4.4.1 Fósforo	132
4.4.2 Potássio	134
4.4.3 Cálcio	135
4.4.4 Magnésio	140
4.4.5 Relação cálcio/magnésio	142
4.4.6 Sódio	144
4.4.7 Enxofre	146
4.4.8 Cobre, ferro, manganês e zinco	147
4.4.9 Boro	149
4.4.10 Considerações finais sobre composição química	155
4.5 Análise bromatológica	168
5 CONCLUSÕES	179
ANEXO	180
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
APÊNDICE	195

LISTA DE ABREVIações

<i>Sigla</i>	<i>Descrição</i>	<i>Unidade</i>
AF-	Área foliar	cm²
CTC-	Capacidade de troca de cátions	mmol_c dm⁻³
FDA -	Fibra em detergente ácido	%
FDN -	Fibra em detergente neutro	%
m-	Saturação por alumínio	%
MM -	Matéria mineral	%
MNT-	Matéria natural total (parte aérea)	g
MO -	Matéria orgânica	g kg⁻¹
MS -	Matéria seca	-
MSF-	MS de folhas	g
MSFE-	MS de lâminas foliares expandidas	g
MSFEE-	MS de lâminas foliares em expansão	g
MSH-	MS de Haste	g
MSR-	MS de raízes	g
MST-	MS Total (parte aérea)	g
MST+R-	MST + MSR	g
MSTR-	MST relativa (% da Testemunha)	%
NP-	Número de perfilhos	unid.
PB -	Proteína bruta	%
RFH-	Relação MSF/MSH	-
TA-	Taxa de acúmulo de MST	g dia⁻¹
TAF-	Taxa de acúmulo de MSF	g dia⁻¹
TMS-	Teor de MS	%
V-	Saturação por bases	%
V**-	Saturação por bases final para cada tratamento; **- valor numérico	

AVALIAÇÃO DE QUATRO FORRAGEIRAS TROPICAIS CULTIVADAS EM DOIS SOLOS DA ILHA DE MARAJÓ-PA SUBMETIDOS A CRESCENTES SATURAÇÕES POR BASES

Autor: GETULIO FACIOLA PESSOA BONNETERRE GUIMARÃES
ORIENTADOR: PROF. DR. HERBERT BARBOSA DE MATTOS

RESUMO

Quatro espécies de gramíneas forrageiras tropicais [*Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickardt, *Echinochloa pyramidalis* (Lan.) Hitch. & Chase e *Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitch.] foram submetidas a valores crescentes de saturação por bases, em dois solos distintos [Plintossolo pétrico litoplântico (solo1) e Plintossolo háplico eutrófico (solo2)] da Ilha de Marajó-PA, com a intenção de se determinar sob condições de casa de vegetação qual saturação possibilita maior produção de matéria seca, aliada à nutrição mineral adequada.

O delineamento estatístico foi inteiramente ao acaso com 5 tratamentos e 3 repetições, onde cada espécie cultivada em cada tipo de solo constituía um delineamento independente, perfazendo 8 ensaios no total. Os tratamentos estabelecidos foram 10, 30, 50, 70 e 90% de saturação por bases para o solo1 e 15, 35, 55, 75 e 95% para o solo2. A quantidade de calcário utilizada para cada tratamento foi estabelecida através de equações geradas em um pré-ensaio de incubação realizado exclusivamente para esta finalidade.

Foram coletadas informações sobre produção da parte aérea por três cortes consecutivos, sendo no ato do terceiro corte quantificada a produção total de raízes. A cada corte foram também quantificados os números de perfilhos produzidos, sendo o material vegetal coletado submetido à composição botânica, separando-se em 3 frações

distintas (lâminas foliares em expansão, lâminas foliares expandidas e caule+bainha). No segundo e terceiro corte as áreas foliares foram mensuradas.

As folhas foram analisadas para determinação de macro e microminerais, bem como para proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO). Após o período de incubação dos solos e após cada corte foram realizadas coletas de amostras de solo para análise.

Devido às elevadas adubações nitrogenadas realizadas, houve aumento da acidificação dos solos ao longo dos cortes realizados, sendo que as parcelas testemunhas de ambos os solos apresentaram saturação de Al acima de 90% ao final do experimento, tendo-se porém, constatada evidente diferença de poder tampão entre os solos avaliados.

As respostas nos parâmetros de produção de parte aérea e raízes variaram com a espécie e com o tipo de solo. Podendo-se classificar pelos resultados obtidos a seguinte ordem decrescente das espécies avaliadas em relação à necessidade de calagem: *B. mutica* > *E. pyramidalis* > *E. polystachya* > *B. humidicola*.

O benefício da calagem esteve estreitamente relacionado ao fornecimento de cálcio e em menor grau ao de magnésio, já que em todas ocasiões em que a calagem interferiu significativamente a produção, 90% desta foi alcançada na primeira dose de calcário utilizada, situação esta em que os solos ainda apresentavam elevada acidez e altos teores de Al trocável.

Em relação à composição das folhas, na maioria das oportunidades observaram-se aumentos nos teores de Ca e Mg, relação Ca/Mg e B; reduções nos teores de Na, Fe, Mn e Zn e não efeitos significativos para P, K, S, PB, FDN, FDA, DIVMO e lignina em função das crescentes saturações por bases avaliadas. Contudo variações foram observadas para as diferentes espécies vegetais bem como entre os solos avaliados.

EVALUATION OF FOUR TROPICAL PASTURE CROPS, CULTIVATED ON TWO DIFFERENTS SOILS FROM MARAJÓ ISLAND UNDER INCREASING BASE CATIONS STAURATION RATIO

Author: **GETULIO FACIOLA PESSOA BONNETERRE GUIMARÃES**
ADVISER: PROF. DR. **HERBERT BARBOSA DE MATTOS**

SUMMARY

Four tropical pasture species [*Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf , *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert , *Echinochloa pyramidalis* (Lan.) Hitch. & Chase and *Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitch.], were grown in greenhouse, cultivated on two differents types of soil [Plintossolo pétrico litoplíntico (soil1) e Plintossolo háplico eutrófico (soil2)] under increasing basic cations saturation ratio (BCSR), in order to determine the best BCSR to maximize dry matter yield and to provide an ideal mineral nutrition.

Eight experiments were done using a complete randomized design for statistical analysis, with five treatments and 3 replicates, where one tropical pasture species and one type of soil was an independent trial. The five BCSR were 10, 30, 50, 70 and 90% for soil 1 and 15, 35, 55, 75 and 95% for soil 2, due to the addition of limestone. The exact amount of limestone for each treatment was determined by equations previously obtained by a limestone incubation test.

Shoot and tiller production were measured for 3 consecutive cuts, and root production in the last one. The shoot material was separated in each cut into three fractions (young leaf blades, mature leaf blades and leaf sheath + stem). Leaf area was measured in the second and third cuts.

Mineral composition, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin and “in vitro” organic matter digestibility (IVOMD) were

analyzed in the leaves. Soil samples were collected after limestone incubation period and at each shoot cut.

Due to heavy nitrogen fertilizations, soil acidification increased over the experiment, and both soils reached over 90% of Al saturation ratio in some treatments. An evident difference on buffering capacity between soils was observed.

The shoot and root dry matter yield showed variation among pasture species and soils. These results allowed the ranking of pasture species according to a decreasing limestone requirements, as follows: *B. mutica* > *E. pyramidalis* > *E. polystachya* > *B. humidicola*.

The major benefit of limestone application was related to calcium and magnesium fertilization. Every time when differences were observed among treatments, there were no statistical differences among treatments with lime stone addition. However, the control treatment (0 limestone) was different from the remaining treatments.

The increase in base cations saturation ratios in the soil increased Ca, Mg, Ca/Mg and B; while decrease Na, Fe, Mn, e Zn; and showed no effects on P, K, S, PB, NDF, ADF, IVOMD, lignin concentrations in most of the observations in the leaves. Therefore variation among pasture species and soil type was observed, and must be taken in to account.

1 INTRODUÇÃO

A principal exploração econômica da Ilha de Marajó está sedimentada em uma pecuária de corte de bovinos e bubalinos extremamente extensiva, caracterizada pelo uso mínimo de insumos; aproveitando-se, há séculos, dos extensos campos naturais encontrados na ilha. Evidentemente este tipo de pecuária não consegue competir com as demais regiões produtoras do País, e muito menos no mercado internacional na era do mundo globalizado.

O caráter extrativista, sustentado em campos de solos pouco férteis e com espécies forrageiras nativas pouco produtivas, aliadas à poucas ou muitas vezes nenhuma prática zootécnica, faz com que esta bovinocultura desfrute de péssimos índices zootécnicos. Este cenário de baixa produtividade, em decorrência do desconhecimento de novas e adequadas tecnologias que possam ser aplicadas a esta região, tem forçado muitos produtores a abandonar a atividade pecuária.

O aumento da produção de carne ou leite a pasto implica em conhecimentos sobre espécime animal, nutrição, melhoramento genético, manejo adequado do rebanho, controle sanitário, dentre outras práticas zootécnicas. Acreditando que o aumento da produtividade das forrageiras, dentro deste cenário apresentado, seja a principal ferramenta para se aumentar a competitividade do sistema; tem-se como premissa para se atingir este objetivo, além da escolha adequada do pasto que melhor se adapte às condições edafoclimáticas da região, um manejo conveniente da espécie em questão, bem como uma nutrição mineral adequada e equilibrada para cada forrageira.

Além destas características já descritas sobre a região, deve-se também não esquecer que se trata de uma ilha, portanto, qualquer investimento em melhoria da pecuária onde se necessite adquirir grandes quantidades de insumos, como no caso de corretivos e fertilizantes, estes terão seus custos elevados pelo transporte, principalmente no caso da calagem, onde o corretivo é empregado em cifras de toneladas por hectare.

Acrescenta-se ainda a esta realidade geográfica, o custo de fertilizantes e corretivos, que é muito mais alto no Estado do Pará, devido a sua pouca tradição na agricultura (notadamente na produção de grãos), quando comparada às outras regiões produtoras do Brasil. Logo, práticas como a calagem, que envolvem volumes consideráveis de insumo, devem ser muito bem definidas para que se atinja um melhor custo-benefício possível.

A calagem é uma prática agrícola muito antiga, já usada inclusive pelos romanos. Entretanto, até hoje, a sua recomendação com base nas análises do solo, tem sido motivo de muita controvérsia nos meios científicos, especialmente na área de pastagens tropicais. As espécies tropicais, apesar de na maioria das vezes serem enquadradas como espécimes tolerantes à acidez do solo, quando adequadamente manejadas, possuem um incrível potencial de produção de matéria seca, o que irá demandar um expressivo fornecimento de nutrientes vindo do sistema solo, portanto, o calcário passa a ter fundamental importância como fornecedor de cálcio e magnésio.

A eficiência da calagem depende de diversos fatores. Os ligados à planta, a qual a confere maior ou menor tolerância à acidez dos solos, possibilitando ou não formar um sistema radicular capaz de supri-la adequadamente em água e nutrientes. Os fatores ligados ao solo que são dependentes do complexo coloidal, do grau de acidez, da capacidade de reter água e fornecer os nutrientes para as plantas, principalmente aqueles cujas disponibilidades são reduzidas pela calagem. E finalmente, quanto aos corretivos, referem-se à eficiência neutralizante, que por sua vez, depende de fatores intrínsecos aos corretivos como a riqueza de neutralizantes, granulometria, e ainda, de fatores externos como a homogeneidade de distribuição e de incorporação.

O presente trabalho testou doses crescentes de calcário para algumas das espécies forrageiras naturalmente encontradas ou potencialmente promissoras para região, seja por adaptação climática, ou às condições de solo, aliado ainda aos fatores de produtividade e valor nutritivo.

A proposta deste estudo, portanto, foi realizar ensaios que demonstrassem os efeitos do calcário em dois solos distintos da Ilha de Marajó, bem como a interferência deste na produtividade e composição química de quatro espécies de forrageiras, a fim de se gerar conhecimento para a indicação de uma dose ótima de utilização deste insumo. Tais resultados gerados poderão servir de base para um estudo econômico de implantação de pastos mais produtivos para a região, que irá denotar, em última análise, uma pecuária mais moderna e competitiva para os dias de hoje.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LOCALIZAÇÃO, CLIMA E SOLOS DA ILHA DE MARAJÓ

A Ilha de Marajó é considerada a maior ilha fluvio-marítima do mundo, possuindo uma área total de aproximadamente 50.000 km², ou seja, maior que muitos estados brasileiros, como por exemplo: Sergipe, Alagoas, Espírito Santo e Rio de Janeiro, ou ainda que muitos países como: Bélgica, Holanda, Dinamarca, Suíça, dentre muitos outros.

A Ilha de Marajó encontra-se no estuário do rio Amazonas em latitude subequatorial. Trata-se de um terreno sob formações sedimentares, com poucos metros acima do mar. O material de origem dos solos é formado por sedimentos fluviomarinheiros argilosos. (Brasil, 1974). O clima é equatorial úmido, possuindo de três a quatro meses secos (setembro a dezembro), período no qual há ausência quase que total de precipitações, cenário que lembra o semi-árido nordestino. A média anual de precipitações é de 2900mm. A maior parte da ilha, no período chuvoso, é anualmente inundada, pois as águas das chuvas não escoam com facilidade em decorrência do relevo excessivamente plano, com solos na sua maioria de baixa permeabilidade associado ao elevado nível do lençol freático. É sem dúvida nenhuma uma região de extremos contrastes climáticos.

A vegetação predominante na costa leste, onde se pratica a pecuária, é de campos naturais. São 2,3 milhões de hectares de savanas mal drenadas, usados há mais de 300

anos pela pecuária extensiva, que atualmente reúne 600 mil cabeças de bovinos, 550 mil cabeças de bubalinos e cerca de 100 mil cabeças de eqüinos.

Na ilha, sob um mesmo tipo de vegetação de campo, são encontrados uma gama de solos: glei húmicos, pouco húmicos, plintossolos, distróficos, eutróficos, álicos, salinos e sódicos, possuindo argila tanto de alta como de baixa atividade.

Silva & Carvalho (1991), ao caracterizarem solos da região amazônica, descrevem os solos dos tipos Glei húmico e Glei pouco húmico eutrófico e distrófico, como sendo solos hidromórficos, pobremente desenvolvidos e sujeitos a períodos de inundação. A alternância entre períodos de encharcamento e seca resulta em condições de redução do ferro livre nos processos de oxidação, o que é indicado pela coloração cinza dos solos.

Estes solos pobremente drenados possuem características químicas específicas. São solos na maioria das vezes álicos, possuindo baixa soma e saturação por bases. Além disto a saturação de alumínio trocável é elevada, atingindo facilmente mais que 50% (Silva & Carvalho, 1991).

Cerri & Volkoff (1988), em um trabalho sobre matéria orgânica de três solos dos campos inundados da Ilha de Marajó, caracterizaram os solos encontrados como: desenvolvidos sobre sedimentos fluviomarinheiros argilosos, constituídos de caulinita, illita e montmorilonita (argilas de alta atividade). Nas partes mais elevadas do leste da ilha amostraram um solo planossólico; nas áreas mais baixas, onde a hidromorfia é mais prolongada, um solo glei e, nas partes intermediárias, onde há alternância de encharcamento e secagem, um vértico. O meio físico-químico interno é caracterizado em solo seco por nítida acidez em presença de sais solúveis como cloretos e sulfatos.

O teor de carbono total aumenta à medida que a hidromorfia se torna mais acentuada, sendo a indicação da diminuição da velocidade de humificação e da biodegradação dos compostos orgânicos devido a elevada umidade. Porém nenhum dos solos se apresenta como orgânico (Cerri & Volkoff, 1988).

2.2 ESPÉCIES FORRAGEIRAS ESTUDADAS

2.2.1 *BRACHIARIA HUMIDICOLA* (RENDLE) SCHWEICKERDT

A *B. humidicola*, conhecida popularmente por capim Quicuiu da Amazônia é uma espécie nativa do leste e sudeste da África, onde ocorre em áreas relativamente úmidas. É uma espécie perene, com hastes floríferas com mais de 50 cm, possuindo numerosos estolões e formando cobertura densa sobre o solo. Atinge normalmente 1m de altura e os estolões são finos, de cor avermelhada, enraizando nos nós. Os rizomas apresentam-se em dois tipos: um em nódulos pequenos, compactos e outro em nódulos longos e finos, semelhantes aos estolões (Bogdan, 1977).

Apresenta ampla adaptação climática, vegetando até 2.000m acima do mar. A temperatura ótima para o crescimento é de 32-35°C. Desenvolve-se melhor em regiões tropicais úmidas (1.100 a 1.400mm de chuva/ano), apesar de ter média tolerância a seca (Skerman & Riveiros, 1992). Cresce bem em solos encharcados, mas é menos resistente do que o capim angola. É pouco exigente em fertilidade do solo, apresenta alta tolerância ao Al e baixo requerimento de fósforo (Botrel, 1990).

Apresenta boa habilidade em competir com plantas daninhas, formando pastagem bem densa, protegendo o solo contra erosão (Skerman & Riveiros, 1992).

O capim Quicuiu da Amazônia foi introduzido na região Amazônica com bastante sucesso, sendo esta sua região preferencial. É indicado para os sistemas de cria e recria de bovinos e bubalinos. Não sendo indicado para eqüinos devido aos altos teores de oxalato (Soares Filho, 1994). É o pasto mais cultivado no Estado do Pará atualmente.

2.2.2 *BRACHIARIA MUTICA* (FORSK) STAPP

A *B. mutica* é conhecida vulgarmente como capim angola, capim bengo, capim de planta, capim-do-pará. Foi inicialmente classificado como *Panicum muticum* (Forsk), posteriormente *Panicum purpurancens* (Raddi) e também *Panicum barbinode* (Trin).

Considerada de origem africana, mas há quem diga ser nativa do Brasil. É uma espécie perene, apresenta bom perfilhamento e emite vigorosos estolões longos e rasteiros, que crescem rapidamente e emitem raízes na região dos nós, cobrindo o terreno em curto espaço de tempo (Pupo, 1979).

O capim angola tem habilidade de sobreviver ao encharcamento do solo, nas regiões tropicais e subtropicais, e de crescer em ambientes de água parada, ou que corre lentamente, e isto é importante para o aproveitamento de áreas pantanosas ou de várzeas de rios (Bogdan, 1977; Skerman & Riveros, 1992).

Apresenta moderada tolerância aos solos salinos. Adapta-se melhor aos solos hidromórficos e aluviões de boa fertilidade. Apresenta baixo grau de tolerância ao sombreamento, é resistente ao ataque de cigarrinhas. Não apresenta o problema de fotossensibilização (Soares Filho, 1994).

2.2.3 *ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS* (LAM.) HITCH. & CHASE

A *E. pyramidalis* é conhecida vulgarmente como capim Mamute ou ainda por Canarana erecta lisa. Está presente em toda a África e América tropical, sendo seu habitat os pastos inundados periodicamente, margens dos lagos e rios, estando presente em altitudes de 300 a 1500m. Gramínea perene com porte que atinge 3 m de altura, raras vezes atingindo 4,5m, não tolera geadas, sendo resistente à seca, vegetando em baixadas onde se acumularam as águas das chuvas (Skerman & Riveiros, 1992).

Quanto à exigência em solos está normalmente associada aos solos mal drenados com presença de argila montimorilonita de natureza aluvial, muito aderente quando úmidos e muito duros quando secos.

Nascimento & Lourenço Junior (1979) revelaram resultados de ganho de peso em bubalinos, pastando exclusivamente *E. pyramidalis*, que permitiram a obtenção de animais pesando 450kg com apenas 1,5 ano de idade.

É tolerante à queima, produzindo rebrota muito nutritiva. É também um bom pasto para pastejo diferido. Possui boa palatabilidade, e os animais a pastejam até o nível do solo na época seca (Skerman & Riveiros, 1992).

2.2.4 *ECHINOCHLOA POLYSTACHYA* (H.B.K) HITCH

A *E. polystachya* é conhecida vulgarmente como canarana verdadeira, canarana fluvial ou pasto alemão. É uma gramínea perene, estolonífera, que possui colmos avermelhados, suculentos (medula esponjosa), com sulco longitudinal externo característico (Mitidieri 1992). Nativa do Brasil, é muito encontrada na Bacia Amazônica, povoando terrenos alagadiços, onde vegeta com exuberância. Chega a atingir dois metros de altura, sendo muito apreciada pelo gado. É uma forrageira própria dos climas quentes e úmidos, mostrando-se muito sensível à seca e ao frio. É palatável e nutritiva (Pupo, 1979).

Vegeta muito bem em águas estagnadas, preferindo portanto as áreas mais baixas. É adaptada aos solos relativamente inférteis, mas responde vigorosamente aos fertilizantes, especialmente a adubações nitrogenadas. É bem adaptada e compete bem com *Braquiária mutica* onde a lâmina de água é muito funda para esta. Vegeta em profundidades de até 60cm. Sua propagação é realizada por intermédio de mudas, pois há pouca produção de sementes (Wildin, 1989).

Wildin (1989) citou trabalho realizado na Venezuela, onde a digestibilidade da matéria seca depois de 41, 48, 55 e 62 dias foi de 63; 62,2; 59,1 e 60,5%, e a proteína bruta de 10,3; 9,1; 8,9 e 8,2 respectivamente.

Piedade et al. (1991), em trabalho sobre produtividade da gramínea C₄ *E. polystachya* em áreas inundadas da região amazônica, encontraram uma produção recorde de matéria seca de 80t ha⁻¹ em condições naturais para esta espécie e a compararam com a produtividade máxima já obtida por uma forrageira, que foi de 85 t ha⁻¹ para o capim elefante sob intenso manejo (Beadle et al., 1985; citado por Piedade et al., 1991). Similarmente confrontaram a produção de matéria seca por unidade interceptada de radiação solar de 2,3 g MJ⁻¹ obtido para a *E. polystachya*,

comparativamente com o máximo obtido por uma espécie C_4 de 2,4 g MJ⁻¹ do *Pennisetum typhoides* sob irrigação e intenso manejo (Begg, 1965; citado por Piedade et al., 1991). Concluíram que a ocorrência da *E. polystachya* no centro da região amazônica, é um raro exemplo de como o máximo potencial fotossintético de uma planta C_4 pode ser atingido em ambientes naturais e a significância da espécie em persistir em seu habitat.

Vittori et al. (1998) avaliaram 5 espécies de forrageiras com intuito de introdução de novas espécies de capins a serem cultivados na região norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Os pastos foram submetidos a 4 cortes em diferentes idades (14, 28, 42, 56 dias), sendo que neste ensaio a *E. polystachya* se destacou apresentando um acúmulo diário de MS de 231,5 kg ha⁻¹. A produção de matéria seca total aos 56 dias foi de 11.182,4; 8.336,3; 6.971,7; 6.362,9; 5.169,5; 5.471,4; 5.248,9 kg ha⁻¹ respectivamente para as espécies *E. polystachya*, *Hemarthria altíssima*, *B. arrecta*, *Setaria anceps*, *Cynodon spp* (Tifiton-85), *B. mutica* e *Acroceres macrum*.

Análise química feita por Göhl (1975) revelou possuir 29,7% de MS e 13,1% de PB na MS. Skerman & Riveiros (1992) citaram trabalho realizado no México com novilhos zebus, pastando *E. polystachya* em carga variável, onde os animais ganharam 280 kg ha⁻¹ ano.

2.3 ACIDEZ DO SOLO

2.3.1 ORIGEM DA ACIDEZ DOS SOLOS

O solo é considerado quimicamente neutro quando possui pH 7,0. Nesta condição, é de se esperar que todas as cargas negativas do seu complexo coloidal estejam ocupadas por cátions básicos como cálcio, magnésio, potássio e sódio, os quais são constituídos por cargas elétricas positivas e portanto, ficam adsorvidos nos pontos de troca onde a carga é negativa.

Segundo Correia (1981) na origem da acidez do solo, o H^+ surge inicialmente da reação do CO_2 do ar atmosférico com a água, além da reação de nitrificação do NH_4^+ .

Essa reação acima além de liberar o íon H^+ , produz também o ânion bicarbonato, que possibilitará o arraste de bases em profundidade. Esta reação, entretanto, é mais importante em solos de pH elevado, sendo pouco expressiva em solos ácidos como os encontrados, em maior parte, no Brasil (Quaggio, 1986).

A nitrificação consiste na oxidação do nitrogênio a partir do amônio, chegando até nitrato, a qual é realizada por bactérias dos gêneros *Nitrobacter* e *Nitrosomonas*:

Na aplicação de adubos amoniacais, tem-se como resultado da nitrificação o resíduo ácido. Segundo Defelipo (1990), para cada 100kg de uréia aplicada no solo são liberados 1,5 kg de H^+ e a cada 100kg de sulfato de amônio liberam-se cerca de 3,0 kg de H^+ . As diferentes fontes de nitrogênio fabricadas e utilizadas como fertilizante no Brasil causam redução de pH do solo, onde foram aplicados, porém o efeito acidificante varia entre as fontes (Malavolta & Neptune, 1983). Ao analisar a **Tabela 1** verifica-se que o sulfato de amônio possui um poder acidificante do solo 5,35 vezes maior que o nitrocálcio, e quase 3 vezes maior que a uréia. E ainda ao considerarmos que o sulfato de amônio possui o ânion sulfato, que é responsável pelo arraste de bases no perfil do solo, seu poder acidificante se torna ainda maior.

Outro aspecto importante em solos cultivados, recebendo adubações periódicas, é a presença de ânions como sulfatos, cloretos e nitratos presentes nos fertilizantes, que após a solubilização do adubo, ficam livres na solução do solo. Estes por sua vez podem se combinar com as diversas bases presentes no solo e lixiviando-as (Quaggio, 1986).

Tabela 1 - Características de Adubos Nitrogenados.

Características	U	SA	NA	Nca	DAP	MAP
% N	45	21	33	27	18	11
Índice salino*	75,4	69,0	104,7	61,1	34,2	29,9
Acidez eq.**	1,80	5,35	1,80	1,00	3,50	6,0

Fonte: Malavolta & Neptune (1983). **U**-Uréia; **SA**-Sulfato de amônio; **NA**- Nitrato de amônio; **Nca**-Nitrocálcio; **DAP**-Fosfato diamônico **MAP**-Fosfato monoamônico. *- Relativo ao NaNO_3 =100 **-Acidez equivalente ($\text{Kg de CaCO}_3/\text{Kg N}$).

Portanto, outro aspecto que merece destaque no processo de acidificação dos solos, consiste na remoção dos cátions para camadas mais profundas no perfil do solo, ou mesmo, até encontrarem o lençol freático. Para isso ser possível, torna-se necessário a introdução de íons que possuam o mesmo sinal das cargas das partículas do solo, designados de co-íons (ânions), os quais têm facilidade de movimento através de um fluxo descendente de água. Nesta situação, os ânions ligam-se aos cátions presentes na solução do solo, neutralizando-se mutuamente as cargas, tornando possível então o movimento dos cátions, que até então possuíam cargas positivas (não se movimentando devido à atração exercida pelas partículas do solo), e agora possuindo cargas nulas, já que se ligaram aos ânions, podem ser lixiviados (Quaggio, 1986).

Na **Tabela 2** pode-se visualizar o efeito da adubação nitrogenada com sulfato de amônio, em um solo cultivado com grama bermuda recebendo diferentes dosagens anuais do fertilizante, nos parâmetros pH e status de bases. Inicialmente todos os solos tinham sido corrigidos para pH próximo a 7.

Tabela 2- Efeito acidificante (mudanças no pH e total de bases) do sulfato de amônio aplicado em diferentes doses por um período de 3 anos em solo tipo "Toa Clay Loam".

Profund. (cm)	0 kg ha⁻¹ de N		800 kg ha⁻¹ de N		3600 kg ha⁻¹ de N	
	pH	bases(mmolo_cdm⁻³)	pH	bases(mmolo_cdm⁻³)	pH	bases(mmolo_cdm⁻³)
00 - 15	7,0	219	4,1	115	3,6	40
15 - 30	6,1	206	5,0	175	4,2	90
30 - 45	5,6	177	5,2	177	4,3	119
45 - 60	5,6	183	5,6	175	4,8	162
60 - 90	5,9	214	5,9	211	5,9	198
90 - 120	6,1	211	6,0	204	5,9	204

Fonte: Abruña et al., 1958.

2.3.2 ALUMÍNIO COMO COMPONENTE DA ACIDEZ DO SOLO

O alumínio é um elemento abundante, constituindo cerca de 15 % da crosta terrestre. Sendo um importante constituinte da fração mineral do solo, que juntamente com o silício compõem os minerais de argila (minerais secundários) de grade cristalina 1:1 e 2:1, além de ocorrer adsorvido à matéria orgânica e aos próprios minerais de argila. A **Tabela 3** mostra a composição química de alguns minerais de argila.

Com o processo natural ou artificial de acidificação do solo, já discutido anteriormente, a estabilidade química dos compostos de alumínio é reduzida ocorrendo aumento da solubilidade química dos minerais, de forma que parte do alumínio total torna-se solúvel, e portanto, podendo ocorrer em concentrações potencialmente tóxicas para as plantas. A atividade destes prótons faz com que o Al se desloque das lâminas das argilas tornando-se trocável ou solúvel. Portanto, à medida que os solos são lixiviados dos íons Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , e os minerais de argilas vão se solubilizando, restando predominantemente os íons H^+ e Al^{3+} , tem-se a passagem de um solo que originalmente poderia ser neutro, tendo em seu complexo coloidal ocupado por bases, tornando-se ácido pela perda de suas bases e predomínio de Al e prótons.

Tabela 3- Constituintes de alguns minerais de argila.

Componentes	Caulinita	Ilita	Montmorilonita	Vermiculita
SiO_2	45,80	56,91	51,14	34,04
Al_2O_3	39,55	18,55	19,76	15,37
MgO	0,14	2,07	3,22	22,58
K_2O	0,03	5,10	0,04	0,00
TiO_2	-	0,81	-	-
Fe_2O_3	0,57	4,99	0,83	8,01
FeO	0,18	0,26	-	-
CaO	0,41	1,59	1,62	0,00
Na_2O	-	0,43	0,11	0,00
H_2O^+	13,92	5,98	7,99	19,93
H_2O	0,17	2,86	14,81	-

Fonte: Deer et al. (1969).

O alumínio pode ser considerado como fonte de acidez ativa, conforme pode ser visto nas reações demonstradas abaixo (Defelipo, 1990):

Devido a este comportamento, aliado ao seu potencial tóxico para muitas plantas, o alumínio passa então a ter vital importância no estudo da acidez do solo. Tendo inclusive, seu teor na forma de íon trocável (Al^{3+}), utilizado por anos, e até hoje em dia em vários países do mundo e muitos estados brasileiros como elemento central para critério de cálculo de correção de solo, critério este, sugerido por Kamprath, 1970.

O comportamento do alumínio na fase líquida do solo é muito complexo, visto depender das ligações dele com radicais inorgânicos e orgânicos e do pH da solução em que se encontra (Kinraide, 1991). O fluoreto é o principal ligante inorgânico do Al^{3+} , enquanto que os ligantes orgânicos de maior afinidade são grupos carboxila, hidroxila, carbonila, sulfato e fosfato.

Relacionando o pH de 36 amostras de solo medido em água na relação 1:2,5 com o teor de Al^{3+} trocável destas amostras extraídas com cloreto de potássio, Catani & Alonso (1969) concluíram que acima de pH 5,66 o teor de Al^{3+} seria nulo. Sendo a equação de regressão que obteve o referido valor foi:

$$\text{Meq Al}^{3+}/100 \text{ cm}^3 \text{ solo} = 14,11 - 2,49\text{pH}$$

Na relação entre Al solúvel e o pH da solução, praticamente não ocorre Al^{3+} solúvel dentro da faixa de pH 5,5 a 7,0. Abaixo de pH 5,0 ocorre o Al solúvel e acima de 7,0 ocorre o íon aluminato que também é prejudicial às plantas. A forma Al(OH)_2^+ que predomina em solução de pH próximo a 4,4 é a mais prejudicial às plantas (Defelipo, 1990).

Já Kinraide (1991), em um trabalho sobre identificação de formas de alumínio rizotóxicas, descreve que muitas destas formas coexistem em solução (**Figura 1**) Logo, cada forma não pode ser estudada isoladamente mesmo em meios de culturas artificiais.

Porém este autor discute os seguintes resultados sobre as formas rizotóxicas do Al, que seriam: Al^{3+} (alumínio trivalente), $[\text{AlO}_4\text{Al}_{12}(\text{OH})_{24}(\text{H}_2\text{O})_{12}]^{7+}$ ou Al_{13} forma polinuclear, e a forma $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ para as dicotiledôneas. Comenta ainda sobre o efeito competidor do H^+ com o Al^{3+} , reduzindo o efeito fitotóxico do alumínio em solução. Não obstante, Kochian (1995) alertou que a aparente toxicidade das formas mononucleares hidroxiladas deveria ser considerada com cuidado, bem como a contribuição da forma Al_{13} na toxicidade do alumínio em condições naturais.

Reconsiderando seu trabalho de 1991, Kinraide et al.(1992) concluíram que as formas hidroxiladas Al-OH não são tóxicas às plantas. Baseando-se no modelo da dupla camada difusa de Guoy-Chapman-Stern, Kinraide et al.(1992) mostram que a toxicidade do Alumínio tem alta correlação com a atividade do íon na superfície da membrana plasmática e, portanto, depende da sua carga, de maneira que as formas de Alumínio tóxicas são: $\text{Al}_{13} > \text{Al}^{3+} > \text{AlF}^{2+} > \text{AlF}_2^+$.

Figura 1 - Atividade relativa das formas mono-nucleares de Al (Kinraide, 1991)

O Al solúvel, e seus óxidos hidratados ou não, estão também intimamente relacionado com a disponibilidade do fósforo, pois reagem com o P solúvel (H_2PO_4^-) tornando-o insolúvel e não disponível para as plantas (Malavolta & Kliemann, 1985b; Tisdale et al., 1985; Raij, 1991).

Como pôde ser visto, o comportamento do Al no solo e suas diversas formas em relação a potenciais tóxicos às plantas ainda são alvo de estudos recentes e portanto parecem estar longe de serem completamente elucidados.

2.4 EFEITOS DA ACIDEZ NO SOLO

Dos elementos componentes da acidez do solo, o H^+ é essencial, ou seja, as plantas necessitam dele para o seu crescimento. Já o Al, é um elemento que em excesso é tóxico. Assim, para o estudo dos prejuízos da acidez do solo, deve-se separar os efeitos diretos, principalmente devido à acidez ativa (pH) e os indiretos, relacionados à disponibilidade e toxidez de outros elementos minerais.

Segundo Malavolta (1985a), Arnon e Johnson (1942) desenvolveram um trabalho que foi clássico para verificar o efeito direto do pH, onde foram utilizados o tomateiro, a alface e a grama bermuda. Os autores concluíram que em valores extremos de pH as plantas morreram ou apresentaram acentuada diminuição do crescimento. No pH 3,0 a absorção de macronutrientes caiu drasticamente (devido à competição com H^+), havendo, em alguns casos, perdas de P, K, e Mg. No pH 9,0 houve acentuada queda na absorção de P (competição com OH^-). No pH 4,0 houve diminuição dos prejuízos, devido ao cálcio, pois segundo estes autores, o Ca estimula a absorção de K e, aparentemente, diminui a competição do H^+ com os demais cátions. O crescimento máximo foi verificado entre pH 6 a 7.

Como efeito indireto do pH, tem-se o relacionamento da quantidade de H^+ alterando a solubilidade dos demais nutrientes do solo, principalmente os micronutrientes que em demasia tornam-se tóxicos às plantas em pH muito baixo, mas que por outro lado em pH mais elevado tornam-se deficientes (Jorge, 1983). Malavolta

et al. (1989) afirmam que de modo geral, maiores disponibilidades em relação ao pH estão associadas à maiores concentrações na solução do solo e finalmente maior capacidade de absorção pela planta.

Figura 2 – Disponibilidade dos nutrientes versus pH do solo (Malavolta et al, 1989)

Jorge (1983), Malavolta et al. (1989), Defilipo (1990) e Raij (1991) mostram em suas revisões o comportamento da disponibilidade dos minerais em relação ao pH do solo (**Figura 2**), havendo porém pequenas variações no formato das curvas apresentadas por cada autor, contudo mostrando comportamentos semelhantes. No aumento de pH, o nitrogênio é favorecido devido ao efeito favorável na amonificação e nitrificação, o enxofre pela liberação dos sulfatos que estariam ligados ao Fe e ao Al, e também pelo favorecimento da decomposição da matéria orgânica. O cálcio, magnésio e potássio aparentemente não sofreriam nenhum efeito direto do pH, porém, a elevação do pH aumenta a CTC efetiva do solo, diminuindo as perdas por lixiviação (desta forma aumentando a disponibilidade dos mesmos). Contudo, como o aumento de pH normalmente é conseguido pela calagem os íons Ca e Mg introduzidos no sistema solo exercem inibição competitiva com o K, diminuindo sua disponibilidade. O fósforo será

beneficiado em sua disponibilidade até pH próximo de 6 pela liberação do P ligado a Fe e/ou Al, porém acima deste pH sua disponibilidade irá reduzir novamente, agora por ligações com o Ca. A redução da disponibilidade dos micronutrientes catiônicos é devido à passagem das suas formas iônicas, como são absorvidos pelas plantas, para formas de óxidos ou hidróxidos.

2.4.1 ALUMÍNIO VERSUS NUTRIÇÃO E ADAPTAÇÃO

Várias pesquisas têm focado a interferência do Al na absorção, transporte e utilização de nutrientes, principalmente Ca, Mg, P, Fe e K pela planta, de um modo geral reduzindo as concentrações desses nutrientes nos tecidos vegetais (Primavesi et al., 1987; Foy, 1984 e Bergmann, 1992). Esses autores concluem ainda que a capacidade dos genótipos em tolerar altas concentrações de Al está associada à sua habilidade em melhor absorver e utilizar esses nutrientes.

No caso do fósforo, para algumas plantas a resistência ao Al está relacionado ao suprimento desse nutriente, de forma que a adição de fosfato resulta no desaparecimento dos efeitos negativos. Analisando as concentrações de P na parte aérea e no sistema radicular de plantas de trigo tratadas com Al, Foy et al. (1965) verificaram que o cultivar sensível acumulou menos fósforo na parte aérea do que o cultivar tolerante. Provavelmente essa resposta seja decorrente da formação de complexos de P e Al que precipitam no interior das raízes (Silva, 1997). De um modo geral, o Al aumenta a concentração de P nas raízes e diminui na parte aérea (Foy, 1984).

A fosfatase ácida é uma enzima cuja atividade aumenta em condições de deficiência de P em várias espécies vegetais, já que a síntese desta enzima está inibida na presença de íon fosfato em mecanismo de retroinibição. Tratando-se de plantas tolerantes ao Al, Zaine & Mercado (1985), citados por Silva (1997), postularam que o cultivar de arroz IAC-3 tinha elevada atividade da fosfatase ácida no sistema radicular, a qual hidroliza compostos orgânicos ricos em fósforo liberando fosfato inorgânico para a célula, desta forma impedindo o surgimento de deficiência do P induzida pelo Al.

O caráter tolerância pode ser controlado por diferentes genes agindo por diversos caminhos bioquímicos nas várias espécies de plantas (Foy, 1984). Os mecanismos possivelmente relacionados à tolerância ao Al foram classificados por Foy (1988) em dois tipos distintos: ① Mecanismos de exclusão: imobilização de Al na parede celular; permeabilidade seletiva da membrana plasmática; barreira de pH induzida na rizosfera; exsudação de compostos quelantes e ② Mecanismos de tolerância interna: complexação ou quelatização no citoplasma; compartimentação no vacúolo; proteínas especializadas na ligação com alumínio e evolução de enzimas tolerantes ao Al.

Nas plantas tolerantes, a capacidade de exclusão ou inativação do Al nos locais de sensibilidade (citoplasma, interface entre o apoplasma e a membrana plasmática, apoplasma e células do ápice radicular) tem sido especulada como mecanismo eficiente. Em plantas de trigo observou-se a formação de proteínas específicas com capacidade para inativar o Al (Marschner, 1985).

Variedades de cevada resistentes ao Al apresentam maior resistência à desestruturação de suas membranas, o que de acordo com Horst et al. (1997) está associado a maior quantidade de mucigel produzido pelas raízes dessas variedades, impedindo a absorção do Al.

Alguns cultivares de trigo, cevada, arroz, ervilha e milho tolerantes ao alumínio, aumentam o pH da solução nutritiva onde crescem, reduzindo a solubilidade e toxicidade do Al por precipitação. Em trigo evidências sugerem que essas mudanças de pH na rizosfera estão associadas a diferenças na capacidade da planta em absorver cátions ou ânions (Foy, 1984).

Plantas mais eficientes na absorção e utilização do nitrato (NO_3^-) quando em presença de amônio (NH_4^+ , que é a forma predominante do nitrogênio em solos ácidos), promovem o aumento do pH na rizosfera, pois ao absorverem NO_3^- liberam OH^- . Isto foi observado em plantas de trigo por Foy & Fleming (1982). Nesse estudo constatou-se também que os genótipos tolerantes ao excesso de Al exibem elevada atividade da enzima redutase do nitrato (primeira enzima envolvida na assimilação de nitrato pelas plantas) em relação aos genótipos sensíveis, independente da presença de alumínio.

Juntamente com o N, outros nutrientes como K, Mg, Ca, P e Fe contribuem para o balanço da absorção de nutrientes e liberação de ions H^+ e OH^- pelas raízes. No entanto, estudos com cultivares de sorgo, diferindo em susceptibilidade a Al, sob condições de estresse desse elemento, mostraram que cerca de 89% da liberação de prótons está relacionada com a forma de nitrogênio absorvida pela planta, confirmando o papel dominante do N sob condições de estresse de Al (Tan & Keltjens, 1995).

Excreção de ácidos orgânicos que quelatam o Al na rizosfera tem sido descrito como possível mecanismo de tolerância de certas espécies e cultivares de plantas. O termo quelato vem do idioma alemão, tendo o significado de pinça. No processo da quelação as moléculas orgânicas envolvem o átomo em questão mantendo-o inativo em geral aprisionado em um anel benzênico. Ácidos orgânicos como o ácido cítrico, ácido málico e também certos polipeptídeos exsudados pelas raízes parecem agir na desintoxicação de Al pela sua quelação no apoplasma das raízes e na rizosfera (Keltjens & Tan, 1993).

A colonização de raízes com micorrizas é outro importante componente na adaptação de plantas a solos ácidos com altas concentrações de Al e baixos níveis de P (Marschner, 1985). O efeito benéfico na aquisição de fósforo pelos fungos micorrízicos em plantas tem sido demonstrado freqüentemente, particularmente sob condições de restrita disponibilidade do elemento no solo, conseqüentemente pode-se esperar que espécies de plantas ou cultivares que são facilmente infectados por micorrizas eficientes sejam menos suscetíveis à acidez do solo do que plantas que não apresentem este tipo de simbiose (Keltjens & Tan, 1993).

A dependência de plantas que crescem em solos tropicais com níveis tóxicos de Al pelas micorrizas é observada em muitas espécies cultivadas nos trópicos como é o caso da pastagem *Stylosanthes guianensis*. A proteção das raízes contra a ação destrutiva do Al pode ser explicada pelo efeito benéfico das micorrizas (Marschner, 1985).

Enfim, existem muitos mecanismos químicos, bioquímicos ou associativos que muitas espécies vegetais incorporaram durante seu processo evolutivo e que as confere capacidade de se desenvolver e produzir mesmo em condições ditas desfavoráveis para

muitas outras espécies. Segundo Raij (1991) a identificação e estudo destas espécies e/ou cultivares que tolerem condições ditas adversas é assunto que merece atenção, pois tais espécies podem ser cultivadas em locais, onde a calagem é uma prática muito cara ou até mesmo inviável, ou ainda em regiões que possuam subsolo ácidos e portanto de difícil correção.

2.5 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

A calagem é uma prática agrícola muito antiga, usada inclusive pelos romanos. Entretanto, a sua recomendação, principalmente com base na análise de solo, tem sido até hoje motivo de muita controvérsia nos meios científicos.

No Brasil, antes de 1965, os métodos de recomendação de calagem usados na prática eram quase sempre baseados no pH e no teor de matéria orgânica dos solos, após 1965, com a divulgação do critério do alumínio trocável por Coleman et al. (1958) e Kamprath (1970) a recomendação de calagem passou a ser feita por esse critério na maioria dos estados brasileiros, com exceção dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina que optaram pelo método SMP (Quaggio, 1986). Atualmente no Estado de São Paulo, o critério do alumínio trocável foi substituído pelo método baseado na elevação da saturação por bases do solo.

2.5.1 MÉTODO DA INCUBAÇÃO

Este método é baseado em curvas de titulação potenciométricas, sendo muito importante por ser um método considerado padrão e utilizado para calibrar os métodos rápidos. Tendo como princípio incubar amostras de solos com doses crescentes de corretivo. Após certo período de incubação o pH é determinado nas amostras incubadas e obtêm-se as curvas de neutralização dos solos, das quais a necessidade de calagem pode ser obtida para qualquer valor de pH desejado. Um fator importante que deve ser observado no uso desse método, é o acúmulo de sais, oriundos da mineralização da matéria orgânica que ocorre durante o período de incubação, e que normalmente

deprime os valores de pH em água. Este método é considerado como padrão para se verificar a eficiência dos outros métodos (Defilipo, 1990; Raij, 1991).

2.5.2 MÉTODO BASEADO NA ELEVAÇÃO DE SATURAÇÃO POR BASES

Para determinação da quantidade de calcário segundo este método é necessário determinar os valores da soma das bases (cálcio, magnésio potássio e, em alguns casos, sódio) além dos teores de H + Al, para obtenção da CTC do solo em questão.

Neste método a determinação de calagem preconiza a elevação da saturação em bases a valores pré-estabelecidos para diferentes culturas. A fórmula para cálculo é (Quaggio et al., 1985).

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \text{ CTC}}{100}$$

Onde:
 NC = t de calcário/ha (PRNT = 100%);
 V₂ = saturação de bases que se pretende alcançar no solo;
 V₁ = saturação de bases existente no solo;
 CTC = capacidade de trocas de cátions.

Raij et al. (1983) comparando este método com o método do alumínio trocável, observaram que a diminuição do alumínio trocável não apresentou uma relação linear com a produção, a qual continuou a aumentar mesmo quando o alumínio praticamente não ocorreu. Os valores de saturação em bases, por outro lado, refletiram melhor o efeito da calagem na produção das culturas.

Revisando trabalhos sobre calagem em plantas forrageiras que tiveram como critério de correção o método de saturação por bases, observou-se que os tratamentos que tinham por meta atingir valores de V% acima de 50, os diversos autores não conseguiram os resultados preconizados após a incubação do solo. E quanto maiores foram os valores pretendidos de V%, maiores foram as diferenças entre os resultados preconizados e os alcançados efetivamente (**Tabela 4**).

Tabela 4 - Resultados de vários experimentos relacionando saturações por bases desejadas e aqueles realmente atingidos após incubação do corretivo.

Autor	Tipo de solo	V% original	V ₂ % desejado	V ₂ % atingido	Diferença
Paulino, 1990	Latossolo vermelho amarelo distrófico	22	35	35	0
			70	59	-11
	Latossolo vermelho amarelo álico	19	35	30	-5
			70	56	-14
Premazzi, 1991	Latossolo vermelho amarelo distrófico	13	30	29	-1
			50	43	-7
			70	56	-14
Rodrigues, 1992	Latossolo variação Una	13	50*	42	-8
			50**	40	-10
Colozza, 1993	Latossolo vermelho amarelo distrófico	10	35	29	-6
			60	47	-13
Sutton, 1993	Latossolo vermelho amarelo argiloso	45	60	56	-4
			75	61	-14
			90	70	-20
Mitidieri, 1995	Latossolo vermelho escuro álico argiloso	10	30	38	+8
			50	55	+5
			70	66	-4
Rossi, 1995	Latossolo variação Una	19	35	34	-1
			50	45	-5
			80	80	-23

*- Uso de Calcário calcítico **-Uso de calcário dolomítico.

Uma possível tentativa de explicação para o não sucesso em se atingir a exata saturação desejada, pode ser devido ao método pelo qual a CTC do solo é determinada [forma indireta pela soma das bases mais acidez potencial (H+Al)], o que acaba por acumular os erros das diversas determinações. Ou mais precisamente, o erro pode estar especificamente na determinação da acidez potencial que pode estar superestimada para valores próximos à neutralidade do solo, ou ainda por utilizar-se uma única equação para todos os tipos de solo, equação esta determinada por Quaggio et al.(1985).

2.5.3 PRINCÍPIO DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

A correção da acidez do solo, ou princípio da calagem, baseia-se na troca iônica (capacidade que possui o solo, quando em presença de um sal, reagir com este e trocar

cátions entre si). Segundo Defilipo (1990), apesar de muitos materiais terem a capacidade de permutarem com o solo seus cátions, para ser considerado um corretivo, o material deverá possuir certos requisitos: **Efetuar a reação:** o H^+ pode estar retido no solo com uma força tal, que não permita que este seja trocado com o sal. Portanto o corretivo deverá apresentar o poder de efetuar a troca; **Produto da reação:** uma vez efetuada a troca e o corretivo recebendo o H^+ deverá formar um composto que não seja tóxico e/ou danoso às culturas. Ou seja, o composto resultante deverá ser um produto inerte ou solúvel que possa ser lixiviado com a água; **Elemento essencial:** o corretivo fornece à micela do solo um cátion e este deve ser um elemento essencial às plantas. Assim além de corrigir a acidez estará fertilizando o solo.

As rochas calcárias moídas finamente são materiais que satisfazem a maioria dos requisitos exigidos para um corretivo, ou seja, fornecem Ca e Mg como nutrientes; e sendo carbonatos, o resultado da reação são os bicarbonatos, que são solúveis e podem ser lixiviados.

O calcário é formado de um ácido fraco e uma base forte. Deste modo o CO_3^{2-} reage com a água originando oxidrilas e estas vão reagir com o Al precipitando-o ou ainda com o H^+ formando água (**Figura 3**). Porém, caso fosse utilizado $CaCl_2$ ou $CaSO_4$, apesar destes fornecerem Ca, não funcionariam como corretivo, pois não elevariam o pH do solo.

O calcário tem sido o corretivo mais freqüentemente utilizado, face sua freqüência e abundância com que ocorre na natureza. Porém outros materiais podem ser utilizados como corretivos, que são: óxido de cálcio e de magnésio (cal virgem) obtidos pela calcinação do calcário, hidróxidos de cálcio e de magnésio obtidos pela hidratação dos óxidos, calcário calcinado obtido pela calcinação parcial do calcário. Também são usados como corretivos as escórias de siderurgias, em que os componentes principais são os silicatos de Ca e de Mg e ainda apresentando teores relativamente altos de micronutrientes (De-Polli, 1988).

Figura 3- Representação esquemática da reação de neutralização do Al.

2.5.3.1 QUALIDADE DOS CORRETIVOS

Entre as diversas características dos corretivos relacionadas com a qualidade, duas se mostram mais importantes; a **granulometria** e o **teor de neutralizantes**, as quais vão determinar o Poder Relativo de Neutralização Total do corretivo (PRNT).

A avaliação da reatividade (RE) dos calcários é obtida levando-se em consideração sua composição granulométrica, ou seja, sua característica física. A avaliação do teor de neutralizantes é feita pela determinação do Poder de Neutralização (PN), expresso em equivalentes de $CaCO_3$. Além destas duas características do corretivo, estes podem ainda possuir uma classificação conforme seu teor de MgO , sendo calcítico quando possuir menos que 5%, magnésiano de 5 - 12 % e dolomítico quando conter mais de 12% de MgO (Lopes & Guimarães, 1989).

O poder neutralizante diz respeito à constituição química do calcário. O PN de um corretivo é definido tomando como padrão o $CaCO_3$ puro que tem PN fixado em 100%. Ou seja, 100 unidades de um corretivo com $PN = 70\%$ possuem a mesma capacidade neutralizante de acidez que 70 unidades de $CaCO_3$ (Defelipo, 1990).

Sabendo-se que 1 equivalente de carbonato de cálcio ($PN=100$) possui o mesmo efeito neutralizante que 1 equivalente de carbonato de magnésio, hidróxido de cálcio ou magnésio e óxido de cálcio ou magnésio, ou seja, estes todos neutralizam dois H^+ (**Figura 4**). O PN destes compostos em relação ao carbonato de cálcio leva em consideração seus pesos moleculares. Como por exemplo, o CaO e o MgO possuem PN igual a 178,6 e 248,1%, respectivamente.

Figura 4- Representação esquemática da reação de neutralização do H com diferentes fontes nutralizantes: carbonatos, Óxidos e hidróxidos.

Outro fator que deve ser considerado na troca iônica entre colóides do solo e os corretivos e/ou adubos, em se tratando de interações eletrostáticas, e a afinidade de ligação de cátion que está de acordo com a série lipotrópica a seguir:

Na série lipotrópica o Al tem a maior afinidade e o sódio a menor, sendo esta afinidade definida por fatores como a carga (+3, +2 ou +1), que quanto maior, maior a afinidade. E também pelo tamanho relativo hidratado que quanto menor mais próximo pode estar do colóide, tendo assim maior afinidade. Contudo um íon com alta afinidade como no caso do Al^{3+} ou H^+ pode ser deslocado do colóide do solo por outro de menor afinidade como o Ca^{2+} vindo da calagem, desde que haja uma grande quantidade do cátion de menor afinidade, isto é possível pela ação de massa (Hopkins, 1995).

2.6 CÁLCIO E MAGNÉSIO COMO NUTRIENTES

2.6.1 CÁLCIO

A maioria do cálcio encontrado na planta está localizado na parede celular, na qual encontra-se ligado às pectinas, formando uma matriz gel (Jarvis, 1984; citado por Blevins, 1994). É um importante elemento no processo de divisão celular por duas razões; primeiro desempenhando função no fuso mitótico durante a divisão celular, e segundo formando pectatos de cálcio na lamela média que irá separar as duas células filhas, dando coesão às mesmas. O cálcio é também requerido para a integridade física e funcionalidade da membrana plasmática, estando associado como segundo mensageiro de certos hormônios e a respostas de ambiente (Hopkins, 1995).

Recentes estudos sobre o metabolismo do Ca têm mostrado a importância dele como sinalizador de mudanças ambientais, modulado por combinações de Ca e proteína, como por exemplo a calmodolina (Blevins, 1994).

Os níveis de cálcio no citosol das células vegetais podem ter sua concentração drasticamente alterada devido a mudanças ambientais, tais como temperatura, luminosidade, pressão, gravidade ou ainda por ação hormonal, como ácido abscísico (ABA). O cálcio nestas situações funciona como segundo mensageiro para o fechamento estomático (Karp, 1996). O mecanismo como o cálcio exerce esta função pode ser visualizado na **Figura 5**. Neste controle do fechamento estomatal reservas de cálcio no vacúolo são de fundamental importância.

O cálcio é absorvido como íon bivalente (Ca^{2+}), chegando até as raízes através do fluxo em massa. Devido a esta importância na divisão das células, e de ser relativamente imóvel na planta (não sendo transportado pelo floema), os sintomas de deficiência de cálcio surgem nas regiões meristemáticas, causando deformidades e necrose nas folhas jovens. E em casos extremos, morte do meristema apical (Hopkins, 1995; Raij, 1991).

Figura 5- Representação esquemática de uma célula guarda e a participação do Ca como segundo mensageiro para o fechamento estomático em resposta à mudanças ambientais. 1- por ação do ABA, canais de Ca são abertos dando entrada a este elemento na célula guarda. 2-O aumento de Ca no citosol estimula os locais de reserva (vacúolos) a liberarem mais Ca para o citosol. 3 e 4- O aumento drástico de $[Ca]$ no citosol estimula o fechamento da entrada de K e concomitantemente estimula a saída de K . 5- a saída de K diminui a concentração de solutos na célula, o que levará a uma perda osmótica de água que causará a diminuição de turgor da célula e conseqüentemente o fechamento estomático (Karp, 1996).

2.6.2 MAGNÉSIO

O magnésio está intimamente relacionado à fotossíntese, sendo constituinte da clorofila, requerido para o empilhamento do grana, constituindo parte do complexo coletor de luz clorofila a/b, participando da ativação da Rubisco e outras reações envolvendo síntese de ATP. De 10 a 20% do magnésio da folha está localizado nos cloroplastos, e um pouco menos que a metade deste, está ligado à clorofila. O magnésio

também está envolvido na síntese protéica, especialmente, ligando os GTP aos ribossomos, estando também ligado à ativação da RNA polimerase. (Marschner, 1985). O magnésio parece também estar envolvido na estrutura da parede celular, durante a síntese da mesma, enquanto elas ainda estão flexíveis. Sendo posteriormente substituído pelo cálcio, o que confere rigidez às mesmas (Nakajima et al., 1981).

Blevins (1994) citando vários autores, aponta que a absorção e o metabolismo do magnésio estão intimamente ligados à absorção e ao metabolismo do fósforo, sendo o fósforo requerido para absorção do Mg e vice versa. Assim como o Ca, o Mg também é absorvido na forma de íon bivalente (Mg^{2+}). Os sintomas de deficiência de magnésio geralmente estão relacionados à quebra da clorofila nas regiões internervais das folhas, causando clorose nestes locais. Ao contrário do Ca, o Mg é relativamente móvel na planta. Em decorrência disto, a clorose provocada pela deficiência deste elemento é mais pronunciada nas folhas velhas (Hopkins, 1995; Raij, 1991).

2.7 ESPÉCIES FORRAGEIRAS E ACIDEZ DO SOLO

Maiores produtividades de forrageiras em solos ácidos são conseguidas pela escolha de plantas adaptadas as condições de altas concentrações de alumínio solúvel, ou pela correção da acidez do solo, quando a espécie escolhida for sensível a acidez (Siqueira, 1986). Segundo Spain & Andrew (1976), há uma tolerância diferencial à acidez do solo entre as forrageiras.

2.7.1 EFEITOS NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

A grande maioria dos trabalhos disponíveis na literatura estudando os efeitos da calagem na produção de plantas forrageiras tropicais mostra pequeno efeito desta prática agrícola em elevar a produção destas espécies vegetais, quando o pH do solo em água já se encontra acima de 5,0-5,5 e a soma de bases do solo estiver em valor suficiente para

atender as exigências da planta. Existindo inclusive resultados na literatura que mostram um efeito negativo da calagem na produção de algumas plantas forrageiras tropicais.

Siqueira (1986), citando diversos autores em sua revisão sobre o assunto, mostra que as gramíneas tropicais não respondem ou respondem muito pouco à calagem. Quando as forrageiras são tolerantes a acidez do solo elas respondem apenas com a aplicação de pequenas doses de calcário, usualmente na ordem de 0,15 a 1 t ha⁻¹ de CaCO₃, em solos que normalmente requerem 4 a 6 t ha⁻¹ para neutralizar o alumínio e elevar o pH próximo de 5,5 (Spain et al., 1975; Siqueira et al., 1980).

Humphreys (1987) aponta que a prática de calagem para estabelecimento em pastagens tropicais é muitas vezes desnecessária, citando exemplos onde, para o plantio de leguminosas não ocorreu diferença na produção de matéria seca quando foram aplicadas 2 t ha⁻¹ em comparação a 200 kg ha⁻¹ aplicado no sulco de plantio; ou que aplicações de calcário apresentaram o mesmo efeito que aplicação de 60 g ha⁻¹ de molibdênio na produtividade de leguminosas tropicais. Mostrando portanto no primeiro caso um efeito do calcário como fornecedor de nutrientes e no segundo caso aumentando a disponibilidade de um nutriente (Mo). Este mesmo autor cita que a aplicação de calcário em muitas situações de solos tropicais pode mostrar reduções na produção das pastagens.

Sánchez (1976), compilando trabalhos do CIAT, apresenta um trabalho onde plantas forrageiras responderam unicamente à fertilização com Ca e/ou Mg, visto que apenas 150 kg ha⁻¹ de calcário foram suficientes para elevar a produção de matéria seca de 7 forrageiras tropicais. Lembrando ainda este autor que esta dosagem de calcário foi insuficiente para alterar o pH e nível de Al do solo.

Siqueira et al. (1980) realizaram um experimento com três gramíneas tropicais (*M. minutiflora*, *B. decumbens* e *B. humidicula*) conduzido na EMBRAPA-CNPGL, sob condições de casa de vegetação, utilizando um latossolo vermelho amarelo álico muito argiloso, avaliando-se doses crescentes de CaCO₃ (0, 800, 1500 e 4000 kg ha⁻¹) juntamente com quatro doses de adubação fosfatada (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Os autores verificaram que somente até a dose de 800 kg ha⁻¹ de CaCO₃ houve

aumento significativo na produção de matéria seca, citando ainda que o solo deste tratamento apresentava Ca^{2+} ao nível de $7,5 \text{ mmol}_\text{c} \text{ dm}^{-3}$, e que a saturação de Al situou-se em 42%. Observando os gráficos apresentados no mesmo trabalho, verificou-se que a adubação fosfatada se mostrou mais efetiva que a calagem em elevar a produção de matéria seca das gramíneas estudadas.

As Brachiarias, que são as principais plantas forrageiras cultivadas em nosso país nos sistemas de pastagens, são consideradas plantas tolerantes à toxidez de Al. Dentro deste enfoque Pereira (1986) mencionou que os teores crescentes de Al não afetaram o rendimento de *B. decumbens*. No entanto, diversos trabalhos consultados por este autor demonstram o efeito benéfico do calcário, mesmo em dosagens pequenas, o que leva a crer a importância do Ca e Mg como nutrientes.

A importância do Mg como nutriente pode ser vista no trabalho realizado por Monteiro et al. (1995), onde a omissão de Mg em um ensaio conduzido em casa de vegetação, do tipo subtração com *B. brizantha* cv. Marandu, resultou em redução da produção de matéria seca, que só foi superada pelos tratamentos com omissão de N e P. Sintomas visuais de deficiência de Mg ocorreram a partir da terceira semana após o transplante, onde as plantas apresentaram suas lâminas foliares com clorose internerval, além de mostrarem-se prostradas nas últimas semanas.

Lotero et al. (1971) relatam trabalho realizado na Colômbia em solo ácido com teores muito baixos de Ca e K, e teores elevados de Al^{3+} . Nestas condições foram avaliados os efeitos da aplicação de duas doses de calcário (0 e 4 t ha^{-1}) na produção de várias forrageiras. Sendo observados aumentos significativos na produção de matéria seca dos capins Jaraguá e Elefante, e decréscimos na produção do Pangola e Gordura. Mostrando claramente uma diferença entre as espécies forrageiras.

Em um trabalho conduzido no CIAT (1977), avaliando a produção do capim Andropogon, foram testados doses de calcário (0; 0,5; 2 e 6 t ha^{-1}) na forma de CaCO_3 em solos com 10; 50; 35 e 90% de saturação por Al, respectivamente. O rendimento máximo na produção desta forrageira foi obtido no tratamento sem calagem. Nesta mesma instituição de pesquisas, em trabalho avaliando interação entre aplicação de

fósforo e calagem, o capim *Andropogon* apresentou boa resposta à aplicação de fósforo, sendo que a calagem surtiu efeito como fornecedora de Ca e Mg.

Werner et al. (1979), avaliaram três doses de calcário (0; 1,5 e 3,375 t ha⁻¹ de calcário dolomítico) sobre a produção de pastagem de capim colômbio já estabelecida. A menor dosagem de calcário era o suficiente para neutralizar todo o Al trocável e a mais alta para elevar o pH do solo à 6,5. O experimento foi conduzido por três anos, sendo realizados 11 cortes neste período. O autor verificou reduções da produção de matéria seca (6,3 e 9,0%) para as quantidades de 1,5 e 3,375 t ha⁻¹ de calcário, respectivamente, quando comparadas ao tratamento controle no primeiro ano. No segundo ano o efeito depressivo da calagem na produção de matéria seca foi explicado por uma regressão linear. E finalmente no terceiro ano não foi observado efeito significativo da calagem.

Chew et al. (1980), estudaram o comportamento de dois cultivares de capins do gênero *Panicum* em solo de floresta tropical recém desmatado, sob quatro doses de calcário (0; 3,0; 6,0 e 12 t ha⁻¹ de calcário), observaram durante os três anos do experimento resposta quadrática das produções de matéria seca em função da calagem. No terceiro ano nenhum cultivar respondeu as doses de calcário maiores que 6,0 t ha⁻¹.

Premazzi (1991) submeteu duas espécies de gramíneas forrageiras (*B. brizantha* cv. Marandu; *Panicum maximum* cv. IZ-1) a crescentes saturações por bases (10, 30, 50 e 70%), em Latossolo vermelho-amarelo distrófico, sob condições de casa de vegetação. Os resultados demonstraram que não houve efeito na produção de matéria seca da parte aérea da *Brachiaria* no primeiro corte. Porém, existiu efeito no segundo corte e na produção total, sendo esta acrescida até 47 e 43% de saturação por bases, respectivamente. Já para o *Panicum*, houve efeito significativo da calagem em todos os cortes. O perfilhamento não foi afetado significativamente para a *Brachiaria*, sendo que para o *Panicum* houve aumento de perfilhamento até 37% de saturação por bases. É importante lembrar que estes valores de saturação por base relacionados, foram os pretendidos e não os realmente alcançados.

Mitidieri (1995) trabalhou em casa de vegetação com 5 gramíneas forrageiras (*Andropogon*, *Brizantão*, *Colômbio*, *Centenário* e *Vencedor*) em solo de cerrado,

avaliando crescentes saturações por bases de 10, 30, 50 e 70% na produção destas gramíneas. As gramíneas apresentaram comportamentos diferenciados entre si, porém não aumentaram a produção de matéria seca com o aumento das doses de calcário, observando inclusive que a calagem teve um efeito negativo à produção de matéria seca no primeiro corte realizado. O autor conclui que não deve ser recomendado o uso de corretivo neste tipo de solo quando este apresentar saturação por bases acima de 30%.

Os poucos trabalhos encontrados na literatura onde foram avaliados os efeitos do calcário associado a altas fertilizações em experimentos de longa duração com espécies forrageiras tropicais são aqueles realizados em Porto Rico nas décadas de 60 e 70. Sendo que Abruña et al. (1964), partindo do princípio do elevado poder residual ácido de adubações pesadas desenvolveu experimentos em dois tipos de solos, testando 3 espécies forrageiras e avaliando o efeito de doses de calcário crescentes ao longo de quatro anos de avaliação.

No primeiro experimento foi avaliada a produtividade do capim elefante vegetando em solo ácido (rico em óxido de Al e Fe) contendo 4% de matéria orgânica, sendo classificado pelo autor como "Catalina clay". Neste experimento foram testadas as seguintes doses de calcário calcítico (0, 8, 16 e 32 t ha⁻¹) no início do experimento e ainda um quinto tratamento onde a calagem foi parcelada na dose de 16 t ha⁻¹, sendo metade aplicada ao início do experimento e o restante aplicado dois anos após. Foi também avaliado o efeito de calagem em cobertura ou misturadas com o solo à 15 cm de profundidade. A fertilização anual preconizada constituía-se de 200 kg de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, 600kg de K na forma de cloreto de potássio e 800 kg de N na forma de sulfato de amônio. Em um segundo experimento avaliou-se por cinco anos as forrageiras Napier, Pangola e Colômbia cultivadas em um solo classificado como "Fajardo clay" contendo 3,2% de matéria orgânica. As doses de calcário (0, 8, 16 e 30 t ha⁻¹) utilizadas neste experimento foram todas parceladas em duas vezes, sendo a adubação utilizada de 200 kg de P₂O₅ aplicados ao início do experimento e dois anos após e ainda aplicações anuais de 800kg ha⁻¹ de K e N.

Os autores não verificaram diferenças significativas quanto aos efeitos da incorporação do calcário bem como do seu parcelamento no primeiro experimento. Já quanto à produção de matéria seca, estes não verificaram diferenças na produção do Napier no primeiro ano, sendo que a partir do segundo ano até o final do experimento, foi observada uma queda progressiva na produção de matéria seca dos tratamentos que não receberam ou receberam doses menores de calcário. Como neste experimento foram aplicados 6200 kg de formulação NPK por ano, o autor conclui que seriam necessárias 8 t ha⁻¹ ano de calcário para corrigir a acidez causada por esta adubação, ou seja 1,3 t de calcário para cada tonelada de adubo.

No segundo experimento (média de cinco anos), o Capim elefante aumentou sua produção de matéria seca até as maiores dosagens de calcário aplicadas, já o Colômbio e o Pangola responderam em produção até doses de 16 t ha⁻¹, porém não diferindo significativamente da aplicação de 8 t ha⁻¹. Isto demonstra a maior exigência do Napier em relação às outras espécies quanto à necessidade de calagem.

Os autores levantam as seguintes justificativas para os resultados encontrados: O resultado da calagem não pode ser atribuído à administração de Mg pelo calcário já que o mesmo só possuía traços desse elemento; a produção máxima do elefante foi obtida com pH entre 4,7 a 5,0 e quando o teor de Al³⁺ estava abaixo de 20mmol_c dm⁻³. Sendo então que a resposta do Napier à calagem no Catalina clay foi atribuída ao decréscimo do Al trocável já que nas parcelas que não receberam calagem as raízes sofreram deformação. E as demais gramíneas no Fajardo clay foram beneficiadas tanto das reduções do Al como do Mn nas parcelas calcariadas, considerando que este último solo era rico em Mn.

Vicente-Chandler et al. (1959a) estudaram o efeito da adubação nitrogenada (200, 400, 800, 1200 e 2000 kg ha⁻¹, na forma de sulfato de amônio) e da frequência de cortes (40, 60 e 90 dias) na produção e composição do capim elefante durante três anos. Os autores observaram que o máximo de produção de MS foi obtido quando o intervalo entre cortes foi de 90 dias, obtendo 76,7 t ha⁻¹ ano quando aplicaram 2000 kg de N, porém não diferindo de 75,7 t ha⁻¹ ano quando foram aplicados 800 kg de N (média

obtida das produções do primeiro e terceiro ano). O efeito da adubação nitrogenada foi extremamente marcante na produção de matéria seca, já que nas parcelas não adubadas a produção foi de apenas 30,4 t ha⁻¹ ano. O importante salientar neste experimento, é que apesar do solo ter inicialmente sido calcariado para atingir pH 7,0, ao final do terceiro ano de avaliação o solo que não recebeu adubação nitrogenada manteve o mesmo pH. Porém no solo das parcelas que receberam crescentes adubações nitrogenadas observou-se acidificação elevada dos mesmos (**Tabela 5**).

Tabela 5 - Efeitos da adubação nitrogenada no pH e estado de bases do solo após 3 anos de avaliação

Prof. (cm)	pH			Bases (mmol _c dm ⁻³)		
	0 N*	800N	1200N	0 N	800N	1200N
0-15	7,0	4,1	3,5	219	115	40
15-30	6,1	5,0	4,1	206	175	90
30-45	5,6	5,2	4,3	177	177	119
45-60	5,6	5,6	4,8	183	175	162
60-75	5,9	5,9	5,9	214	211	198

Fonte: adaptado de Vicente-Chandler et al.(1959a) *- kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicados anualmente.

Como pode ser observada, a produtividade do capim Elefante manteve-se elevada mesmo com expressiva redução do pH. Porém observa-se que mesmo nas dosagens mais elevadas de N as quantidades de bases neste solo apresentavam-se em valores satisfatórios mostrando que o efeito do conteúdo de bases é mais determinante que o pH na produtividade desta forrageira.

Este mesmo grupo de pesquisadores (Vicente-Chandler et al., 1959b e Vicente-Chandler et al., 1959c), trabalhando dentro dessa mesma linha de pesquisas observaram comportamentos semelhantes para o *Panicum maximum* e para *Brachiaria mutica*.

De forma geral observamos, através dos resultados apresentados que o limitante a produção das forrageiras estudadas estavam mais relacionados ao teor de bases presente nos solos que ao pH, e/ou Al³⁺.

2.7.2 EFEITO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FORRAGEM

Mitidieri (1995), em revisão sobre o assunto, aponta que os teores de minerais nas plantas variam, via de regra, com diversos fatores; dentre 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 e dosagem do corretivo/fertilizante utilizado e as interações entre os nutrientes no solo e na planta.

Abruña & Figarella (1957), trabalhando em um solo ácido de Porto Rico utilizando doses de P e calcário, não encontraram diferenças no teor de proteína, Ca^{2+} e P na parte aérea do Colonião nas parcelas calcariadas, mas obtiveram efeito do calcário no teor de proteína para a espécie Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

Abruña et al. (1964), em experimento já citado anteriormente, trabalhando com elevadas quantidades de fertilizante e doses crescentes de calcário calcítico em capim Napier, Colonião e Pangola encontraram resposta no aumento da percentagem de Ca e diminuição do Mn nas três gramíneas com o aumento da calagem. Não houve efeito significativo nos teores de P e Mg. O Colonião apresentou maior conteúdo de Ca e Mg que os demais capins e o elefante foi o que apresentou os menores teores de Mn.

No trabalho de Werner et al. (1979), o efeito do calcário em capim Colonião foi bem evidente no aumento dos teores de Ca no 3º ano de condução do experimento, passando de 3,4 para 4,2 g kg⁻¹ na MS para os tratamentos sem calagem e 3,37 t ha⁻¹ do corretivo, respectivamente. A calagem não alterou os teores de P e proteína bruta da forragem. Sendo que 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 das doses de calcário já citadas, respectivamente.

Gomide et al. (1986), trabalhando com calagem e fontes de fósforo em solo arenoso de cerrado observaram do segundo para o terceiro ano de condução do ensaio, aumentos nos teores de Ca no capim colonião de 3,0 para 4,1 g kg⁻¹, respectivamente. Os

teores de Mg na matéria seca da gramínea subiram de 1,6 no segundo ano para 2,0 g kg⁻¹ no terceiro ano.

Carriel et al. (1989), em experimento conduzido sob 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. Comparando as espécies estudadas, o colonião apresentou teores mais elevados de Ca tanto na presença como na ausência de calagem, e teores mais altos de Mg que os outros dois capins na presença de calagem e mais baixos de Mg na ausência do corretivo.

Premazzi (1991), avaliou os teores de macronutrientes e micronutrientes com crescentes de saturação por bases. Para os macronutrientes constatou que somente os teores de Ca e Mg na *B. brizantha* foram afetados significativamente pelos tratamentos, os quais aumentaram. Enquanto para o Colonião houve resposta significativa para todos os teores de macronutrientes no primeiro corte, reduzindo P e K e aumentando Ca, Mg e S; no segundo corte, somente os teores de P e S não apresentaram efeito significativo, repetindo o comportamento para os demais minerais. Os resultados para os teores de micronutrientes mostraram que, elevações nas saturações por bases tiveram efeito significativo na redução dos teores de Zn e Mn para ambas as gramíneas em todos os cortes, redução de Cu no primeiro corte realizado, para ambas e finalmente aumento de boro para a *Brachiaria* no segundo corte.

Colozza (1993) estudou os efeitos da calagem e gessagem em pastagens de Colonião consorciada com Soja Perene durante quatro anos. As doses crescentes de calcário dolomítico foram responsáveis por aumentos nos teores de Ca, Mg, redução dos teores de Fe e Mn e não alteração de P, S, B, Cu do Colonião. Os teores de potássio tiveram comportamento mais variável durante o experimento reduzindo no primeiro ano, tendo um comportamento quadrático com pontos de máximo no segundo e terceiro ano e aumentando no último ano.

Mitidieri (1995) avaliou 4 saturações por bases (10, 30, 50 e 70%) realizando dois cortes nas gramíneas: Colonião IZ-1, Vencedor, Centenário, Marandu e

Andropogon. Analisando a composição química, para teor de N, verificou um efeito linear crescente no 1º corte das 4 primeiras gramíneas citadas e não observando efeito significativo para o Andropogon, assim como para todas as gramíneas no segundo corte. Para os teores de P encontrou redução linear para as 4 primeiras gramíneas no 1º corte e não efeito no segundo assim como em ambos os cortes realizados para o Andropogon. Os teores de K não foram significativos para o Andropogon, tendo um comportamento linear crescente para os demais capins. O Ca e Mg também tiveram comportamento linear crescente para todos os capins com exceção do Andropogon que só demonstrou efeito para Ca no 1º corte. Os teores de S foram na maioria das vezes não significativo, tendo um comportamento linear crescente no 1º corte do Vencedor e Centenário. Quanto aos teores de micronutrientes, quando significativos, mostraram retas decrescentes para Mn e Zn, retas crescentes ou quadráticas com ponto de máxima para o B. O Fe não foi significativo na maioria das vezes tendo mostrado um efeito linear crescente para o Andropogon no segundo corte. E finalmente os teores de Cu se mostraram com comportamento mais variado, mostrando equações quadráticas com ponto de mínima em dois cortes (Colonião), lineares crescentes em 2 ocasiões (Centenário e Marandu) e linear decrescente em um corte (Vencedor).

Gonçalves et al. (2000) estudando o efeito de doses crescentes de calcário para o capim Andropogon verificaram aumentos significativos nos teores de P, Ca e Mg, e reduções nos teores de proteína bruta da forragem. Indicaram também como níveis críticos internos de cálcio e magnésio os valores de 6 e 2 g kg⁻¹ respectivamente, para 90% da produção máxima da forrageira.

2.7.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR

Muito se tem discutido a respeito da calagem com a função de melhorar o desenvolvimento do sistema radicular, visando o melhor aproveitamento dos nutrientes existentes no perfil do solo bem como da água, possibilitando assim maior resistência à seca devido ao sistema radicular mais profundo. O crescimento das raízes das culturas está intimamente relacionado ao cálcio disponível no perfil do solo (Ritchey et al.,

1983), bem como ao teor de Al tóxico. Dentro desse contexto tem-se buscado fazer incorporações de corretivos a maiores profundidades no solo bem como o uso de técnicas que utilizam substâncias que quando aplicadas aos solos promovam a lixiviação de bases a camadas mais profundas do solo visando elevar os teores de bases nestas camadas, condição necessária para que muitas espécies vegetais desenvolvam sistemas radiculares normais.

Os solos tropicais na sua maioria possuem sub-solos ácidos que restringem o desenvolvimento de raízes de espécies sensíveis. Buscando relacionar diferentes tolerâncias à toxidez de Al para o desenvolvimento de raízes com diferentes espécies vegetais, Brenes & Pearson (1973) avaliaram três espécies de gramíneas. Neste trabalho os autores verificaram que a grama estrela não apresentou mudanças no desenvolvimento radicular mesmo quando vegetando em solo de pH 4,0. Sendo que o desenvolvimento radicular do milho somente foi reduzido quando a saturação por Al estava acima de 50%, já as saturações de Al acima de 80% restringiram pela metade a produção de raízes. A espécie mais sensível testada foi o sorgo, sendo que o crescimento radicular reduziu linearmente com a elevação da saturação de Al, não apresentando crescimento radicular quando a atividade de Al na solução do solo foi de 0,113 mM. Este trabalho mostra claramente a diferença existente entre espécies quanto à tolerância a ambientes ácidos no que se refere ao desenvolvimento de raízes.

Goedert et al. (1985), trabalharam em um solo de textura argilosa do cerrado, avaliando o desenvolvimento do sistema radicular de capim *Andropogon* através da abertura de trincheiras. 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. No ensaio em casa de vegetação, testando teores crescentes de Ca (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 mmol_c dm⁻³) no solo, estes autores observaram que o crescimento radicular esteve correlacionado com o teor de Ca²⁺ no solo, indicando que o crescimento das raízes do *Andropogon* foi reduzido quando o teor de Ca trocável no solo encontrava-se menor que 0,2 mmol_c dm⁻³.

Premazzi (1991) também não verificou diferenças na produção de matéria seca de raízes para os capins Colonião e Brizantão quando cultivados em solo submetido a crescentes saturações por bases.

Mitidieri (1995) não verificou diferenças na produção de matéria seca de raízes para a *B. brizantha* e para 3 cultivares de *P. maximum* quando cultivados em solo submetido a crescentes saturações por bases (10, 30, 50 e 70%), analisando por espécie, porém obtendo um efeito linear decrescente da calagem, quando a análise foi por tratamento (agrupando todas as gramíneas). Tendo verificado ainda um efeito quadrático com ponto de mínima para a produção do *A. gayanus*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO

O presente experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Laboratório de Plantas Cultivadas sob Condições de Estresse do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situada em Piracicaba – SP. Sendo realizado no período de agosto de 1999 a janeiro de 2000.

3.2 ESPÉCIES DE GRAMÍNEAS AVALIADAS

As espécies forrageiras estudadas foram: *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt, *Echinochloa pyramidalis* (Lan.) Hitch. & Chase e *Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitch.

3.3 SOLOS UTILIZADOS

3.3.1 ORIGEM E COLETA

Os solos utilizados foram oriundos da Ilha de Marajó – PA, cujas coordenadas geográficas dos pontos de coleta estão entre 00°72’- 00°73’ de latitude Sul e 48°75’-

48°74' de longitude Oeste, sendo coletados entre os dias 24 e 30 de dezembro de 1998. A **Figura 6** mostra o relevo e vegetação típica do local onde os solos foram coletados.

O volume total coletado de cada solo foi de aproximadamente 1500 kg, sendo composto a partir de 30 pontos distintos de coleta, tendo cada um destes pontos, uma área de 40 X 40 cm e 20 cm de profundidade. Após a coleta, estes foram deslocados para uma área coberta, onde permaneceram secando em cima de lonas plásticas por 48h. Após este período, foram peneirados, homogeneizados intensamente e finalmente acondicionados em sacos com capacidade de 30Kg cada. O volume total ensacado e enviado para São Paulo foi de aproximadamente a metade daquele que havia sido coletado no campo.

3.3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Os solos, após terem chegado a Piracicaba, foram novamente homogeneizados e neste momento foram retiradas amostras para diversas análises, cujos resultados estão revelados nas **Tabelas 6, 7, 8 e 9**. Os solos a partir deste momento passaram a serem tratados como **solo 1** e **solo 2**.

Tabela 6- Análise granulométrica (valores em %)

Solo	Areia						Silte	Argila		Floculação	Classe textural
	MG	G	M	F	MF	Total		Total	Água		
Solo 1	-	-	-	21	29	50	38	12	6	50	arenoso
Solo 2	-	1	-	1	1	3	35	62	43	31	muito argiloso

MG- muito grossa; G- grossa; M- média; F- fina; MF- muito fina

Tabela 7- Análise química

Solo	PH	pH	M.O	P	S-so ₄	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V	m
	(CaCl ₂)	(H ₂ O)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				%	
Solo 1	3,78	4,88	26	8	9	3,07	1,2	2,5	9,5	51,3	6,7	58	11	59
Solo 2	4,05	4,77	34	2	40	2,8	2,5	18,0	22,0	132,7	23,3	156	15	49

Tabela 8- Análise de micronutrientes e sódio

Solos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
	mg dm ⁻³					mmol _c dm ⁻³
Solo 1	0,19 _B	0,5 _M	130,0 _A	15,0 _A	1,9 _A	1,0
Solo 2	0,25 _M	1,2 _A	91,0 _A	53,2 _A	1,7 _A	27,0

Tabela 9- Análise física - umidade (%)

Solos	atm					
	0,01	0,05	0,1	0,33	1,00	15,00
Solo 1	35,50	33,34	27,62	22,60	19,30	18,48
Solo 2	52,67	49,09	42,00	37,96	35,97	35,42

3.3.3 CLASSIFICAÇÃO

No local de coleta dos solos, para fins de classificação, foram abertas trincheiras com 80 cm de profundidade, as quais possibilitaram amostragens dos diversos horizontes de cada solo. As **Figuras 7 e 8** mostram as trincheiras abertas. As **Tabelas 10, 11 e 12** mostram os resultados das análises laboratoriais realizadas para cada solo.

Tabela 10- Análise granulométrica dos perfis dos solos (valores em %)

Prof. (cm)	Areia						Silte	Argila		Floculação	Classe textural
	MG	G	M	F	MF	Total		Total	Água		
Solo 1											
0-5	-	-	2	28	24	54	32	14	-	100	arenoso
5-15	-	-	-	33	21	54	36	10	2	80	arenoso
15-25	1	-	-	7	10	18	31	51	2	96	argiloso
25-40	1	-	-	6	12	19	31	50	-	100	argiloso
40-60	-	-	-	25	22	47	20	33	16	52	Médio argiloso
60-80	-	-	-	35	20	55	21	24	20	17	Médio arenoso
Solo 2											
0-5	1	1	1	1	1	5	35	60	-	100	muito argiloso
5-10	1	1	1	1	-	4	40	56	-	100	argiloso
10-20	-	1	-	-	1	2	20	78	11	86	muito argiloso
20-35	1	-	-	-	1	2	24	74	53	28	muito argiloso
35-50	2	1	-	-	-	3	19	78	42	46	muito argiloso
50-80	1	-	-	-	1	2	20	78	70	10	muito argiloso

MG- muito grossa; G- grossa; M- média; F- fina; MF- muito fina

Figura 6- Local de coleta dos solos na Ilha de Marajó, município de Salvaterra-PA.

Figura 7 e 8- Trincheiras abertas (80 cm de profundidade) **Solo1** à esquerda e **Solo2** à direita.

Tabela 11- Análise química dos perfis dos solos

Prof. (cm)	pH (CaCl ₂)	pH (H ₂ O)	M.O g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	S-so ₄ mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC	V	M
Solo 1														
0-5	3,98	4,85	34	11	10	2,6	1	2	4	40	5,6	45,6	12,3	41,7
5-15	3,76	4,55	30	4	3	2,6	1	2	8	38	5,6	43,6	12,8	58,8
15-25	3,69	4,38	25	2	3	2,3	1	4	73	313	7,3	320,3	2,3	90,9
25-40	3,80	4,96	21	2	2	2,0	1	5	88	355	8,0	363,0	2,2	91,6
40-60	4,00	5,20	19	2	2	1,6	1	13	37	161	15,6	176,6	8,8	70,3
60-80	4,94	5,76	20	2	1	1,1	1	27	1	19	29,1	48,1	60,5	0,0
Solo 2														
0-5	4,01	4,71	43	18	12	2,1	4	24	19	140	30,1	170,1	17,7	38,7
5-10	4,13	4,95	35	2	10	2,1	4	32	28	143	38,1	181,1	21,0	42,3
10-20	4,53	5,13	26	2	53	1,8	6	65	9	79	72,8	151,8	48,0	11,0
20-35	5,12	5,60	25	2	70	1,1	10	77	0	37	88,1	125,1	70,4	0,0
35-50	6,31	6,61	23	1	72	1,1	11	75	0	18	87,1	105,1	83,0	0,0
50-80	6,96	7,2	21	1	73	1,2	12	74	0	12	87,2	99,2	88,0	0,0

Tabela 12- Análise de micronutrientes, sódio e condutividade

Solos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Condutividade
	mg dm ⁻³					mmol _c dm ⁻³	dS m ⁻¹
Solo 1							
0-5	0,16	0,4	89	13,2	1,5	1,0	0,35
5-15	0,15	0,5	104	8,6	0,7	1,1	0,14
15-25	0,12	0,4	35	9,0	0,3	5,7	0,04
25-40	0,18	0,5	7	7,0	0,1	9,7	0,03
40-60	0,20	0,4	18	7,6	0,5	13,5	0,03
60-80	0,20	0,2	21	8,0	0,3	20,0	0,08
Solo 2							
0-5	0,50	2,3	239	113,0	1,7	20,0	0,53
5-10	0,57	2,0	84	98,2	0,7	28,5	0,43
10-20	0,65	1,3	47	66,2	0,4	46,0	0,93
20-35	0,99	1,1	28	33,0	0,4	49,0	1,21
35-50	1,79	1,4	23	24,8	0,4	60,0	2,30
50-80	1,80	1,1	22	17,8	0,4	65,0	2,60

Segundo Camargo et. al. (1987) o **solo1** é classificado como: Petroplintossolo álico Ta, A moderado, textura arenosa/argilosa e o **solo2**, como: Plintossolo sódico Tb, A moderado, textura argilosa. E conforme a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999), o **solo1** é do tipo: Plintossolo pétrico litoplíntico e o **solo2**: Plintossolo háptico eutrófico.

3.4 PRÉ-ENSAIO DE INCUBAÇÃO

No momento da segunda homogeneização dos solos, realizada em Piracicaba, se obteve uma amostra composta de cada solo oriunda de mais de 120 pontos distintos para uso neste ensaio de incubação. De posse dos resultados das análises do solo (**Tabela 07**) e do corretivo (**Tabela 13**), no dia 14/02/99 os solos foram incubados, para a elaboração das curvas de poder tampão.

Tabela 13- Análise do corretivo utilizado no experimento

Descrição	Análise	%
Óxido de cálcio	CaO	34,16
Óxido de magnésio	MgO	17,74
Soma de óxidos		51,90
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	61,15
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	44,00
Soma de carbonatos		105,15
Sílica e insolúveis		3,31
PN		102,00
Granulometria	Tyler Mesh	%
	10	100,00
	20	99,99
	50	99,95
PRNT		101,98

O ensaio de incubação dos solos foi realizado em copos de 500 ml, contendo 500 g de solo. Foram utilizadas 6 doses de calcário para cada solo (6 tratamentos), com 3 repetições por tratamento perfazendo 18 observações por solo. Os tratamentos para o solo 01 foram a testemunha e mais 5 quantidades de calcário suficientes para se atingir 34, 49, 64, 79 e 94 de saturação de bases final. Já para o solo 02 os tratamentos foram testemunha e mais 5 quantidades de calcário suficientes para se atingir 37, 51, 65, 79 e 93 de saturação de bases final. O calcário utilizado na incubação foi todo passado na peneira de 50 mesh, tornando-se portanto a ter PRNT de 102%.

Após agitação do solo com o calcário cada parcela foi irrigada até a capacidade de campo de cada solo. Estes foram mantidos na mesma casa de vegetação onde se realizou o experimento com as forrageiras. A hidratação das parcelas era realizada diariamente para se atingir a capacidade de campo, sendo a quantidade de água empregada, calculada através de pesagens. O período de incubação se estendeu por 40 dias, sendo que a cada 5 dias foram coletadas amostras para a determinação de pH em H_2O , em $CaCl_2$ e em solução SMP. As amostras coletadas seguiram ao padrão de rotina de análise de solo, indo à estufa para secagem e posteriormente seguindo as normas de cada determinação. Optou-se por finalizar a incubação no 40º dia, já que os parâmetros de pH permaneceram praticamente inalterados após o 20º dia de incubação. Neste período foram realizadas aproximadamente 972 medições de pH. E finalmente no 40º dia de incubação as amostras dos solos foram encaminhadas para a análise laboratoriais completas de macro e micronutrientes.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente experimento teve como objetivo central determinar a necessidade de calagem para cada espécie forrageira em cada um dos solos avaliados, não tendo portanto a intenção de confrontar resultados entre os capins ou entre os solos. Sendo assim a análise estatística foi realizada independentemente, avaliando cada espécie cultivada em cada um dos solos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, tendo o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij}$$

Onde: $i = 1, 2, 3, 4 \text{ e } 5$; $j = 1, 2, 3$

y_{ij} = é o valor observado;

μ = media geral, é uma constante;

C_i = efeito da i -ésima dose de calcário;

e_{ij} = erro aleatório, tal que $e_i \cap N(0, \sigma^2)$ e independentes.

Cada espécie foi submetida a cinco tratamentos sob cada um dos solos, com três repetições, totalizando desta forma 120 unidades amostrais. Sendo então agrupadas em 8 conjuntos de 15 unidades amostrais (1 espécie, 1 solo, 5 Tratamentos e 3 repetições), conforme a seguinte análise de variância (**Tabela 14**). Os dados foram analisados com auxílio do pacote estatístico SAS 6.11 do SAS Institute Inc (1991).

Tabela 14- Quadro de Análise de Variância

C.V.	G.L.
<i>Tratamento</i>	4
<i>Resíduo</i>	10
<i>Total</i>	14

O pré-ensaio de incubação teve um quadro de análise de variância próprio com 5, 12 e 17 graus de liberdade, respectivamente para tratamento, resíduo e total.

3.6 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha (solo sem calagem) e mais 4 doses crescentes de calcário (**Tabela 15**).

Tabela 15- Tratamentos

Doses	Solo 1		Solo 2	
	V%	mg kg ⁻¹	V%	mg kg ⁻¹
<i>0</i>	T(10)	-	T(15)	-
<i>1º</i>	V30	400,91	V35	1122,87
<i>2º</i>	V50	973,05	V55	2507,92
<i>3º</i>	V70	1545,18	V75	3892,96
<i>4º</i>	V90	2117,32	V95	5277,99
Equação*	QC = (V _F -15,985673) 0,034957		QC = (V _F -18,785714) 0,014440	

*- Equações determinadas pelo pré-ensaio de incubação, onde QC é a quantidade de calcário em (mg kg⁻¹) e V_F é a saturação por bases final desejada.

A elevação da saturação por bases foi realizada com doses crescentes do mesmo calcário dolomítico utilizado no pré-ensaio de incubação, cuja análise encontra-se na **Tabela 13**. O critério de calagem foi baseado em se estabelecer índices crescentes e equidistantes de saturações por bases, utilizando-se para tal das equações geradas no pré-ensaio de incubação dos solos.

3.6.1 ADUBAÇÕES REALIZADAS

As adubações realizadas foram preconizadas para que não existisse deficiência de qualquer outro elemento que não Ca e Mg, que são obviamente os alvos do estudo. A **Tabela 16** mostra as doses de cada nutriente, assim como suas respectivas fontes, utilizadas nas adubações de plantio e nos demais cortes.

Tabela 16- Adubações realizadas. Quantidades do nutriente (mg kg^{-1})

Nutriente	Fontes utilizadas	Plantio		Após 1º corte		Após 2º Corte	
		Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2	Solo 1	Solo 2
P	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	70	80	-	-	20	20
K	KH_2PO_4 , KCl	80	80	50	50	200	200
S	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	25	-	10	10	20	20
N	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	50	50	100	100	275	275
Mn	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4	-	-	-	1	1
Zn	ZnSO_4	3	3	-	-	1	1
Cu	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2	1	-	-	0,5	0,5
B	H_3BO_3	1,5	1	-	-	0,4	0,4
Mo	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,1	0,1	-	-	0,05	0,05

Foram utilizados neste experimento reagentes analíticos como fonte dos nutrientes. As adubações foram aplicadas na forma de soluções aquosas, utilizando-se volumes entre 500 e 1000ml por vaso por aplicação. As aplicações de nitrogênio foram parceladas nos primeiros 15 dias após plantio e a cada corte.

3.7 PARÂMETROS ANALISADOS E METODOLOGIAS EMPREGADAS

3.7.1 DETERMINAÇÕES NO MATERIAL VEGETAL

No primeiro corte foram analisados os seguintes parâmetros: nº de perfilhos por geração (surgimento semanal); nº total de perfilhos no momento do corte (NP); peso natural de perfilhos por geração (PP); produção de matéria natural total (MNT); produção de matéria seca total (MST); composição botânica [matéria seca de lâminas foliares expandidas (MSFE), matéria seca de lâminas foliares em expansão (MSFEE), matéria seca de bainha+hastes (MSH) (**Figuras 9, 10, 11 e 12**)]. Além de outros parâmetros indiretos como: teores de matéria seca (TMS) , taxas de acumulo diário (TA) e relações folha:haste (RFH).

Figura 9 e 10- Composição botânica das espécies *E. polystachya* e *E. pyramidalis*.

Figura 11 e 12- Composição botânica das espécies *B. mutica* e *B. humidicola*.

No segundo e terceiro corte foram analisados: NP, MNT, MST, MSFE, MSFEE, MSH, matéria natural de lâminas foliares expandidas (MNFE), matéria natural de lâminas foliares em expansão (MNFEE), matéria natural de bainha+hastes (MNH), área foliar de folhas expandidas (AFFE), área foliar de folhas em expansão (AFFEE). Além de outros parâmetros indiretos como: TMS, TA e RFH. E ao final do terceiro e último corte produção de raízes (MSR).

A matéria seca dos tecidos vegetais da parte aérea e das raízes foi determinada em estufa com circulação de ar forçado com temperaturas entre 60 e 65° C por 72h (pré-secagem). Nos tecidos sujeitos a determinações laboratoriais, seguiu-se com uma sub-amostra para secagem definitiva a 105°C.

A área foliar foi determinada com auxílio do equipamento: Área Meter LI-3100, produzido pela Li-cor Inc, USA.

As folhas após terem tido suas matérias secas determinadas foram agrupadas (folhas expandidas + folhas em expansão) e moídas em moinho tipo "Willey", passando em peneira de 1 mm, para então serem encaminhadas para dois laboratórios distintos.

No Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ foram determinados os seguintes minerais: Ca, Mg, K, P, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B e Na. Estes foram determinados a partir de um extrato obtido por digestão nitro-perclórica (exceto o boro). O fósforo foi determinado colorimetricamente; o potássio e o sódio por fotometria de chama; Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe e Mn por espectrofotometria de absorção atômica (Sarruge & Haag, 1974). E finalmente o boro, foi extração a seco e determinado pelo método colorimétrico-azometina-H (Bataglia et al., 1983).

No laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal da ESALQ foram determinados: matéria seca definitiva, matéria mineral e proteína bruta (PB) de acordo com o A.O.A.C (1990); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e Lignina de acordo com Van Soest et al. (1991), adaptado para o aparelho ANKOM²⁰⁰ da Ankom Technology Corporation USA; A Digeritibilidade "in vitro" da matéria orgânica seguiu metodologia de Tilley & Terry (1963), modificado por Tinnimit (1974), adaptado para o aparelho DAISY Incubator da Ankom Technology

Corporation, USA. Sendo que todos estes parâmetros determinados no Laboratório de Bromatologia foram analisados com auxílio da tecnologia NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) utilizando-se do aparelho fabricado pela FOSS NIRSystem USA, e as equações geradas com o software WinISI II (ISI Windows Near-Infrared Software, versão 1.02a).

3.7.2 DETERMINAÇÕES NO SOLO

As amostras de solo foram analisadas no Departamento de solos e nutrição de plantas para as seguintes determinações: pH em $H_2O(1:2,5)$; pH em $CaCl_2$ 0,01M (1:2,5); matéria orgânica; macronutrientes (P, K, Ca, Mg, SO_4^{2-} e Na); micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn e B); H+Al e Al^{3+} . O Na e o SO_4^{2-} só foram determinados nas amostras do pré-plantio.

A matéria orgânica foi extraída em via úmida e determinada colorimetricamente; a acidez potencial (H+Al) foi determinada através da solução tampão SMP; o P, Ca, Mg e K foram extraídos pelo método da resina trocadora de íons, o sódio por solução extratora de Mehlich, sendo o fósforo determinado colorimetricamente pelo método do Molibdato Azul, o potássio e o sódio por fotometria de chama e finalmente o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Raij et al., 1987). O Al^{3+} foi extraído com solução de KCl 1N e determinado por titulação com NaOH. Os micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn foram extraídos com solução de HCl 0,1M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Bataglia & Raij, 1989). O SO_4^{2-} foi extraído pelo acetato de amônio 0,5N em ácido acético 0,25N e determinado medindo-se a turbidez formada pela precipitação com $BaCl_2$ em espectrofotometria de absorção atômica. E finalmente o boro foi extraído com solução de $CaCl_2$ 0,01M e determinado pelo método colorimétrico azometina-H (Bataglia & Raij, 1989).

3.8 PREPARAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

3.8.1 OBTENÇÃO DAS MUDAS

Sabendo que das 4 espécies forrageiras avaliadas neste estudo, somente uma produz sementes viáveis, optou-se por plantar todas por meio vegetativo. Portanto para termos mudas viáveis e em quantidade suficiente para plantio nos vasos, foram cultivados canteiros para o fornecimento das mesmas.

Figura 13- Canteiros utilizados para o fornecimento das mudas.

Os canteiros foram implantados em uma área próxima ao Departamento de Produção Animal da ESALQ, tendo uma área plantada por espécie de 12 m² (4m x 3m). As mudas das espécies *Brachiaria mutica*, *Brachiaria humidicola* e *Echinochloa pyramidalis* foram obtidas no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP, e as mudas de *Echinochloa polystachya*, foram enviadas por sedex do CPATU-EMBRAPA de Belém-PA. De tal modo que em setembro de 1998 todos os canteiros (**Figura 13**) já estavam implantados. Os canteiros receberam, sempre que se julgou necessário, cuidados

periódicos (cortes, adubações e irrigações) desde a implantação até o momento de fornecimento de mudas para o plantio definitivo em casa de vegetação.

3.8.2 PREPARAÇÃO, PLANTIO E CONDUÇÃO

Assim que desembarcados em Piracicaba, os solos foram encaminhados para casa de vegetação, onde foram desensacados e novamente homogeneizados. Neste momento se obteve uma amostra composta de cada solo, oriunda de mais de 120 sub-amostras, para uso no ensaio de incubação, bem como para a realização das análises laboratoriais necessárias.

Foram utilizados para o plantio vasos plásticos de coloração vermelho cerâmica claro, forrados com sacos plásticos transparentes. Os vasos foram preenchidos com 9 kg de solo e devidamente identificados com etiquetas.

De pose das equações que definiram as quantidades de calcário para cada solo e seus respectivos tratamentos, procedeu-se o período de incubação pré-plantio. A mistura do solo ao corretivo foi realizada com auxílio de sacos plásticos agitando-se vigorosamente por 3 minutos. Durante os dias 26 e 27/08/1999 os 120 vasos receberam o corretivo e no dia 29/08 foram irrigados com água destilada para atingir a capacidade de campo. O período de incubação se estendeu até o dia 02/10/1999, sendo realizadas neste período, a cada 3 dias pesagens dos vasos, com intuito de manter os solos irrigados próximo à capacidade de campo.

Os vasos foram arranjados inteiramente ao acaso, onde cada bancada possuía um único ensaio (delineamento estatístico independente); composto de uma espécie de forragem cultivada em um tipo de solo, recebendo os 5 tratamentos com suas 3 repetições, perfazendo portanto as 15 parcelas. No total foram utilizadas 8 bancadas para que se completasse todo o experimento, que conteve 120 vasos (**Figuras 14 e 15**). Duas vezes por semana os vasos tiveram suas posições alteradas na bancada, alterando-se uma vez a posição das colunas e outra vez as das linhas (**Figura 16**). Após o segundo corte devido ao crescimento vigoroso das plantas, subdividiu-se cada ensaio em duas bancadas, passando o experimento a ocupar portanto 16 bancadas no período final.

Figura 14- Visão geral da casa de vegetação.

Figura 15- Visão da distribuição dos vasos na bancada.

Croqui da disposição do experimento dentro da casa de vegetação

Figura 16- Disposição dos vasos na casa de vegetação; esquema de troca de vasos e posicionamento do termômetro e higrômetro.

Após o período de incubação definitiva dos vasos, iniciou-se o plantio das mudas das forrageiras entre os dias 2 e 5/10/1999. As mudas foram retiradas dos canteiros, sendo imediatamente transplantadas para os vasos.

As mudas de *E. polystachya* e *B. mutica*, constituíam-se de uma fração de haste madura de aproximadamente 5-7 cm contendo apenas uma única gema (nó); já as mudas de *E. pyramidalis* e *B. humidicola* eram constituídas de perfilhos completos, reduzindo-se parte de suas raízes e folhas. O número de mudas plantadas por vasos variou entre 10 e 15 conforme a espécie, sendo que o número de mudas mantidas após desbaste foi de 8, 8, 7 e 6 respectivamente para a *E. polystachya*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *E. pyramidalis* tendo o desbaste ocorrido por volta de 10 dias após o plantio, e no mesmo momento um replantio nas parcelas onde não se atingiu um número mínimo de mudas viáveis, que ocorreu somente para as espécies *E. pyramidalis* e *B. humidicola* cultivadas no solo 1.

Os vasos foram irrigados 3 vezes ao dia com água destilada, utilizando-se como critérios observação visual e tato para se verificar a umidade dos mesmos e a necessidade de irrigação. Durante toda a fase do crescimento das forrageiras foram monitoradas a temperatura e umidade relativa da casa de vegetação. Sendo estas averiguações, realizadas 3 vezes ao dia (6:00, 12:00 e 18:00 h), sendo anotado em cada um destes horários a temperaturas e umidade existente no momento, bem como as temperaturas máxima e mínima correspondente a cada período (**Apêndice Tabela 1**). Conforme a observação diária destes parâmetros ambientais tentava-se dentro do possível, através de abertura e fechamento das cortinas laterais e do lanternin da casa de vegetação manter-se uma temperatura interna mínima de 15°C e máxima de 35°C. E ainda sempre que a umidade relativa do ar caía abaixo de 35% procedia-se o umedecimento do piso da casa de vegetação com auxílio de mangueiras na tentativa de se aumentar a umidade relativa do ambiente.

3.8.3 COLETA DOS DADOS EXPERIMENTAIS

Após o período de incubação do solo com o calcário e imediatamente após cada corte foram realizadas amostragens de solo, estas amostragens foram realizadas com auxílio de tubos de aço inox que possuíam diâmetro de 2 cm, coletou-se a uma profundidade de 15 cm num total de 8 cilindros amostrais por vaso (**Figura 17**), seguindo então estas amostras imediatamente para secagem e posteriormente para as análises laboratoriais. As amostras do pré-plantio foram compostas, retirando-se um total de 40, já as amostras retiradas após cada corte foram individuais, totalizando 360 amostras.

Figura 17- Procedimento de coleta de amostra dos solos e dimensões da sonda.

Entre o plantio e o primeiro corte, foram realizadas marcações semanais do surgimento de novos perfilhos para que fosse possível a visualização da dinâmica de perfilhamento neste período. Os perfilhos eram marcados através do uso de anéis coloridos, tendo uma cor para cada geração. Após o segundo corte devido ao grande número de perfilhos (Por exemplo: a *B. humidicola* chegou a produzir até 500 perfilhos/vaso), inviabilizou-se a realização de medidas semanais e este parâmetro passou a ser avaliado somente no momento dos cortes, onde se contava o número total de perfilhos existentes.

Os cortes foram realizados com auxílio de tesouras tentando se preservar ao máximo o meristema apical de cada espécie desta forma, as espécies do gênero *Echinochloa* e a *B. mutica* foram cortadas a 6 cm do solo no primeiro corte e a 8 cm no

segundo e terceiro corte, enquanto a *B. humidicola* foi cortada a 4 cm no primeiro corte e a 6 cm no segundo e terceiro corte. Imediatamente após o corte dos perfilhos, foi feita a composição botânica dos mesmos, pesando-se em seguida cada componente.

As folhas seguiam para o integrador de área foliar e finalmente todos os componentes eram acondicionados em sacos de papel, indo em seguida à estufa para determinação de matéria seca. O período de crescimento de cada espécie, em cada corte, está ilustrado na **Tabela 17**.

Tabela 17- Período de crescimento em dias das quatro espécies forrageiras

Espécie	1º Corte		2º Corte		3º Corte		Total	
	Solo1	Solo2	Solo1	Solo2	Solo1	Solo2	Solo1	Solo2
<i>E. polystachya</i>	34	32	22	22	24	24	80	78
<i>B. pyramidalis</i>	41	34	24	26	22	20	87	80
<i>B. mutica</i>	36	34	24	24	22	22	82	80
<i>B. humidicola</i>	39	32	26	26	26	26	91	84
Média	37,5	33,0	24,0	24,5	23,5	23,0	85,0	80,5

Ao final do terceiro corte, o material vegetal existente entre o solo e as respectivas alturas de corte de cada espécie foi cortado rente ao solo constituindo o que foi chamado de coroa (composto basicamente por hastes), seguindo para estufa para determinação de matéria seca que foi utilizada para compor o parâmetro produção total de matéria seca da parte aérea (**Figuras 18 a 21**).

Ainda ao final deste último corte por não haver tempo hábil para a separação das raízes do solo, os mesmos foram encaminhados para câmara fria mantida a temperaturas próximo a 0°C, sendo paulatinamente descongelados para a separação das raízes, que foi realizada com auxílio de jatos de água pressurizados, ficando o bloco de solo apoiado em cima de peneiras com aberturas de 5mm.

Durante todo o experimento, várias etapas do ensaio foram registradas em meio fotográfico, verificando-se possíveis aparecimentos de sintomas de deficiência ou toxidez de minerais decorrentes dos distintos tratamentos.

Figura 18 e 19- Detalhe dos vasos após o terceiro corte das espécies *E. polystachya* (esquerda) e *E. pyramidalis* (direita).

Figura 20 e 21- Detalhe dos vasos após o terceiro corte das espécies *B. mutica* (esquerda) e *B. humidicola* (direita).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRÉ-ENSAIO DE INCUBAÇÃO

O comportamento do pH durante todo o período de incubação, determinado em H_2O e em solução de $CaCl_2$, estão apresentados graficamente para o solo1 (**Figuras 22 e 23**), e para o solo2 (**Figuras 24 e 25**). De modo justamente inverso, como era de se esperar, se comportou a acidez potencial ($H+Al$), ou seja, reduzindo-se ao longo do tempo (**Figuras 26 e 27**).

Como se pode observar nas **Figuras 22 a 25**, no quinto dia de incubação, a grande maioria do calcário já havia reagido, e a partir do 15-20º dia o pH de ambos os solos praticamente se estabilizou até o momento do 40º dia quando se optou por finalizar o ensaio. Este resultado mostra a elevada reatividade do calcário utilizado, deixando claro que, se condições ideais de homogeneização do calcário e quantidades adequadas de umidade no solo sejam satisfeitas durante o período de incubação, tem-se uma rápida reação do corretivo ao solo.

Analisando as curvas de pH ao longo do período de incubação, observa-se a existência de uma maior sinuosidade para as curvas obtidas com pH determinado em água em relação às obtidas em solução de cloreto de cálcio. Isto se deve à presença de sais interferindo nas determinações de pH em água, levando a uma maior variação nos resultados, do que nos determinados em uma solução já saturada com $CaCl_2$. Fenômeno este explicado por Raij et al.(1987) e Quaggio (1986).

Figura 22- Variação do pH medido em CaCl_2 , durante o período de incubação do solo 1.

Figura 23- Variação do pH medido em H_2O , durante o período de incubação do solo 1.

Figura 24- Variação do pH medido em CaCl_2 , durante o período de incubação do solo 02.

Figura 25- Variação do pH medido em H_2O , durante o período de incubação do solo 02

Figura 26- Variação da acidez potencial ($H+Al$) no período de incubação do solo 01.

Figura 27- Variação da acidez potencial ($H+Al$) no período de incubação do solo 02.

Devido ao grande número de observações geradas com a leitura de pH (quase mil leituras), procurou-se relacioná-las. Com isto, foram obtidos ótimos coeficientes de determinação ao relacionarmos pH em H₂O e CaCl₂, em ambos os solos avaliados (**Figura 27 e 28**). Sendo também possível a obtenção de ótimas equações, as quais explicam a variação da acidez potencial de cada solo em função do pH determinado em CaCl₂ (**Figuras 29 e 30**).

Figura 27- Relação entre pH(CaCl₂) e pH(H₂O) no solo1.

Figura 28- Relação entre pH(CaCl₂) e pH(H₂O) no solo2.

Figura 29- Relação entre $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ e acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) no solo1.

Figura 30- Relação entre $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ e acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) no solo2.

Então, a partir do conhecimento de como se comportaram os solos em diferentes valores de pH, pode-se através das equações geradas, somente com o valor de pH em CaCl_2 , se obter com grande precisão qual seria o pH em H_2O e a acidez potencial.

Os resultados das análises dos solos ao final do período de pré-incubação estão apresentados na **Tabela 18**, sendo os resultados estatísticos indicados nas **Tabelas 19 e 20**. No presente momento irá se discutir especificamente os resultados que afetam diretamente a obtenção das equações que relacionem as doses de calcário aplicadas e os respectivos valores de saturações por bases alcançadas para ambos os solos. Os demais parâmetros analisados serão discutidos no momento da apresentação dos resultados da incubação definitiva que foi realizada nos vasos, já que os mesmos tiveram comportamento bem semelhante aos aqui encontrados.

Tabela 18 - Análise química dos solos realizada ao final do período de pré-incubação (40º dia), valores médios de 3 repetições.

Solos	Trat.	pH		MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V %
		(CaCl ₂)	(H ₂ O)									
Solo1	T	3,78	5,01	25,22	8,79	3,23	0,9	2,7	54,07	6,9	61,0	11,3
	34	4,28	5,34	25,22	9,65	3,26	6,0	9,0	36,50	18,2	54,7	33,3
	49	4,96	5,80	24,69	11,63	3,16	10,1	12,8	28,26	26,0	54,3	48,0
	64	5,49	6,21	25,76	11,81	3,53	14,1	17,0	23,13	34,6	57,8	60,0
	79	5,83	6,47	24,69	13,36	3,10	18,6	19,1	19,28	40,9	60,1	67,9
	94	6,08	6,70	23,61	13,96	3,36	21,0	21,7	15,89	46,2	62,0	74,4
Solo2	T	4,01	4,76	31,13	2,24	2,60	2,1	16,1	156,09	20,8	176,9	11,8
	37	4,52	5,10	33,27	2,24	2,96	15,2	42,7	82,53	60,9	143,4	42,5
	51	5,23	5,84	31,66	3,10	2,23	29,8	62,8	45,37	94,8	140,2	67,6
	65	5,76	6,32	26,83	4,31	1,63	39,4	69,2	31,67	110,3	142,0	77,7
	79	6,04	6,71	26,83	4,31	1,46	58,4	80,5	27,6	140,4	168,0	83,6
	93	6,23	6,86	27,37	4,39	1,66	69,5	89,0	25,7	160,2	185,9	86,2

O maior objetivo deste ensaio de incubação foi obter o comportamento dos solos em função das dosagens crescentes de calcário, para que na execução da calagem definitiva nos vasos, onde foram plantadas as forrageiras, realmente se alcançasse com maior precisão possível o valor de saturação por bases previamente estipulada pelos tratamentos. Ao analisarmos os dados deste pré-ensaio, observamos que o valor da CTC de ambos os solos sofreu mudanças com os tratamentos (**Figura 31 e 32**), o que não era

de se esperar, pois por definição a CTC total de um solo a pH 7,0 não deve mudar independente do pH em que o solo se encontre no momento de sua determinação. Segundo Raij (1991) a CTC de um solo tem valor constante dentro de condições padronizadas de determinação, tratando-se de uma característica inalterável em curto prazo por práticas agrícolas. Logo, este efeito observado, mostrando variação na CTC se deve provavelmente ao método indireto por qual a mesma é obtida, ou seja, pela soma das bases e da acidez potencial do solo, o que acaba por acumular os possíveis erros na determinação de cada base e principalmente na quantificação da acidez potencial, que já é determinada indiretamente pelo método de pH em SMP.

Tabela 19- Resultados estatísticos do pré-ensaio de incubação no solo 1

Variável	F	Reg. 1º			Reg. 2º		
		Sig.	Equação	R ²	Sig.	Equação	R ²
pH(H ₂ O)	**	**	4,6046+0,0233v	0,98	**	4,3410+0,0351v-0,0001v ²	0,99
pH(CaCl ₂)	**	**	3,2765+0,0318v	0,97	**	2,7546+0,0550v-0,0002v ²	0,99
M.O.	n.s.	-	-	-	-	-	-
P	**	**	7,5240+0,0707v	0,85	n.s.	-	-
K	n.s.	-	-	-	-	-	-
Ca	**	**	-3,5497+0,2719v	0,98	n.s.	-	-
Mg	**	**	-0,2324+0,2470v	0,89	n.s.	-	-
H+Al	**	**	56,1994-0,4721v	0,89	**	74,0386-1,2670v+0,0070v ²	0,98
CTC	**	n.s.	-	-	**	66,0613-0,4176v+0,0041v ²	0,56
V	**	**	2,7182+0,8210v	0,95	**	-18,3212+1,7585v-0,0083v ²	0,99

** - Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; n.s. - Não significativo; v- das equações se refere ao valor de V desejado, que foi aplicado (tratamentos).

Tabela 20- Resultados estatísticos do pré-ensaio de incubação no solo 2

Variável	F	Reg. 1º			Reg. 2º		
		Sig.	Equação	R ²	Sig.	Equação	R ²
pH(H ₂ O)	**	**	4,0631+0,0322v	0,96	**	3,4576+0,0574v-0,0002v ²	0,98
pH(CaCl ₂)	**	**	3,3790+0,0331v	0,95	**	2,5335+0,0682v-0,0003v ²	0,99
M.O.	**	**	34,5837-0,871v	0,59	n.s.	-	-
P	**	**	1,2869+0,0370v	0,84	n.s.	-	-
K	**	**	3,2505-0,0199v	0,68	n.s.	-	-
Ca	**	**	-20,630+0,9719v	0,98	**	-18,5863+0,8871v+0,0007v ²	0,98
Mg	**	**	2,7390+0,9885v	0,92	**	-29,2734+2,1383v-0,0115v ²	0,97
H+Al	**	**	159,7779-1,6948v	0,76	**	284,6731-6,8833v+0,0447v ²	0,98
CTC	**	n.s.	-	-	**	240,4011-3,7112v+0,0341v ²	0,84
V	**	**	1,7073+1,0313v	0,86	**	-53,4814+3,3240v-0,0198v ²	0,99

** - Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; n.s. - Não significativo ; v- das equações se refere ao valor de V desejado, que foi aplicado (tratamentos).

Figura 31- Variação na determinação da CTC no solo 1.

Figura 32- Variação na determinação da CTC no solo 2.

Procurando contornar o problema constatado na determinação da CTC dos solos, realizou-se novamente a regressão dos dados. Desta vez porém, utilizou-se para cálculo das saturações por bases alcançadas um valor médio de CTC ($58,0$ e $156,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para o solo 1 e solo 2, respectivamente), que passou a se chamar CTCf (CTC fixa), e tomou-se como variável independente a quantidade de calcário aplicada ao solo em mg kg^{-1} , ao invés do valor de saturação por base estipulada para cada tratamento. Obtendo-se assim, os resultados apresentados nas **Figuras 33 e 34**, que mostram matematicamente o comportamento das doses crescentes de calcário em relação as saturações por bases alcançadas.

Figura 33- Equação de ajuste de calagem para o solo 1, onde QC é a quantidade de calcário. CTCv- CTC calculada a cada tratamento; CTCf- CTC média dos tratamentos.

Figura 34- Equação de ajuste de calagem para o solo 2, onde QC é a quantidade de calcário. CTCv- CTC calculada a cada tratamento; CTCf- CTC média dos tratamentos.

Mesmo obtendo-se, estatisticamente, melhor ajuste quando se utilizam equações de 2º grau para demonstrar a resposta dos solos à doses crescentes de calcário, optou-se pela equação do 1º grau, pois não teria como explicar cientificamente um comportamento quadrático para saturação de bases de um solo frente a doses crescentes de calcário. Optou-se por adotar as equações que utilizaram os valores de CTC fixa (CTCf), pelo já discutido anteriormente, e ainda por estas apresentarem equações com melhores coeficientes de determinação. Logo, foram estas as equações utilizadas para se realizar a incubação definitiva nos vasos do experimento.

4.2. COMPORTAMENTO QUÍMICO DO SOLO

Os resultados das análises de solo após o período de incubação definitiva, e após cada corte das forrageiras estão apresentados nas **Tabelas 22 a 35**, sendo que as

equações de regressão obtidas para os parâmetros que foram significativos estão apresentadas no **Anexo - Tabelas 1 a 4**.

4.2.1 SATURAÇÕES POR BASES PRETENDIDAS VERSUS ALCANÇADAS

Ao observar os resultados das análises de solo o primeiro parâmetro que se buscou confrontar foram as saturações por bases atingidas para cada tratamento em relação às previamente estipuladas, buscando-se verificar a efetividade das equações geradas no pré-ensaio de incubação (**Tabela 21**).

Tabela 21 - Confronto entre os valores desejados de saturações por bases e os realmente alcançados para os distintos tratamentos após a incubação definitiva.

Tratamentos	V desejado	Vv ¹	Diferença	Vf ²	Diferença	
Solo 1	T	10	9,26	-0,74	9,91	-0,09
	V30	30	35,49	+5,49	29,58	-0,42
	V50	50	54,21	+4,21	48,28	-1,72
	V70	70	68,49	-1,51	66,68	-3,32
	V90	90	75,87	-14,13	87,28	-2,72
			Soma* =	26,08	Soma* =	8,27
Solo 2	T	15	11,60	-3,40	14,32	-0,68
	V35	35	36,87	+1,87	33,65	-1,35
	V55	55	72,87	+17,87	57,98	+2,98
	V75	75	80,46	+5,46	76,25	+1,25
	V95	95	85,39	-9,61	93,80	-1,2
			Soma* =	38,21	Soma* =	7,46

¹Saturação por bases, considerado a CTC variável; ²Saturação por bases, considerado a CTC média obtida; *-Soma absoluta dos valores.

Como pode ser verificado na **Tabela 23**, assim como ocorrido no pré-ensaio de incubação, novamente foi verificado um comportamento quadrático com ponto de mínima para a CTC do solo em função das doses crescentes de saturação por bases. Porém os valores médios de CTC obtidos nas duas incubações ficaram bem próximos, sendo de 58,0 e 156,0 mmol_c dm⁻³ na pré-incubação e 57,1 e 155,6 mmol_c dm⁻³ na incubação definitiva para o solo 1 e 2 respectivamente. Este tipo de comportamento da CTC, como discutido anteriormente, é provavelmente causado pela metodologia

empregada para sua determinação, o que acaba por subestimar a saturação por bases nos tratamentos extremos (menores e maiores saturações) e superestimar os valores centrais como pode ser visualizado na **Tabela 21**. Logo, assim como foi realizado no pré-ensaio de incubação para se ajustar às curvas de necessidade de calcário, novamente calculou-se as saturações alcançadas para cada tratamento na base da CTC média obtida na pré-incubação. Calculados desta forma, como pode ser visualizado na **Tabela 21**, os valores de saturação atingidos e os pretendidos ficam bem mais próximos.

Em virtude dos melhores ajustes terem sido alcançados quando se calculou a saturação por bases levando-se em consideração a CTC média fixa, a partir de então para as demais análises de solo realizadas no decorrer do experimento, os valores de saturação alcançados foram sempre calculados desta forma.

4.2.2 CALAGEM E DISPONIBILIDADE DOS NUTRIENTES APÓS A INCUBAÇÃO

A análise do solo pós-incubação (**Tabelas 22 e 23**), mostra que a maioria dos parâmetros analisados tiveram um comportamento clássico frente a doses crescentes de calcário, sendo bem semelhantes aos já verificados no pré-ensaio de incubação, resultados estes que estão de acordo, com os dados amplamente discutidos na literatura por vários autores como Jorge (1983), Malavolta et al. (1989), Defelipo (1990) e Raij (1991).

Os teores de Ca e Mg foram crescentes em função das doses de calcário aplicadas ao solo em resposta direta do fornecimento destes nutrientes pelo corretivo, aumentos estes, explicados na sua quase totalidade por equações lineares, já que as quadráticas, mesmo quando estatisticamente significativas, pouco aumentaram os valores dos coeficientes de determinação. Em virtude deste comportamento a saturação por bases do solo também cresceu do mesmo modo. Outro aspecto que deve ser lembrado para estes solos é a relação Ca:Mg dos mesmos, pois diferentemente da maioria dos solos brasileiros, estes possuem naturalmente mais Mg que Ca proporcionando deste modo relações Ca:Mg menores que 1. Apesar do calcário utilizado

ser do tipo dolomítico, as doses crescentes deste causaram aumentos na relação Ca/Mg do solo porém ficando sempre abaixo de 1 para todos os tratamentos em ambos os solos.

Alem do fornecimento de Ca e Mg, a calagem foi efetiva em aumentar o pH do solo e reduzir o Al trocável pela ação neutralizante, reagindo com hidrogênio e precipitando o alumino na forma de hidróxido, tornado os teores de Al^{3+} nulos a partir da aplicação da terceira dose de calcário para ambos os solos.

Os teores naturais de fósforo nos solos foram favorecidos pela calagem, mostrando-se crescente em função das crescentes saturações por base, sendo este aumento explicados possivelmente pela liberação dos fosfatos que estavam ligados ao Fe e Al, e que foram liberados por efeito de elevação de pH.

Para o potássio não foram verificados efeitos significativos para o solo1, porém no solo2, este decresceu linearmente com as crescentes doses de calcário aplicadas ao solo, fenômeno este que pode ser explicado pela presença de argilas 2:1 neste solo, que segundo Barros (1990), em solos com este tipo de argila a calagem pode aumentar a “fixação” do K entre as unidades cristalográficas destes tipos de argila.

A matéria orgânica de ambos os solos foi reduzida significativamente para ambos os solo na incubação definitiva e somente no solo 2 durante o pré-ensaio, fenômeno este que pode ser explicado pelo favorecimento da mineralização do material orgânico pela ação positiva do aumento do pH na atividade microbiológica do solo. Esta mesma atividade pode também ter favorecido o aumento da disponibilidade de enxofre verificada para o solo 1, que teve comportamento linear crescente e para o solo 2 que mostrou a mesma tendência, porém sem significância estatística. Lembrando ainda, que o aumento da disponibilidade do enxofre também pode ser causada pelo efeito do aumento do pH liberando sulfatos que estavam ligados a Fe e Al.

Quanto aos micronutrientes, não foi verificado efeito significativo para os teores de B e também para o Cu no solo 2. Para o Cu no solo 1 e ainda para o Fe, Mn e Zn de ambos os solos, foram verificados reduções significativas em seus teores com as crescentes saturações por bases estabelecidas nos solos.

4.2.3 COMPORTAMENTO DO SOLO AO LONGO DO TEMPO

Realizado uma análise geral dos resultados das primeiras coletas de solo após o primeiro corte (**Tabelas 24, 25, 26 e 27**), que revela não somente os efeitos da calagem, mas também os da adubação de plantio e confrontando-os com os limites de interpretação de solos do Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1996), observa-se que os teores de P sempre estiveram classificados como alto ou muito alto, os micronutrientes como altos, o enxofre que só foi analisado nas amostras de solo pós-incubação, neste momento também revelaram limites altos. Para o potássio apesar dos teores encontrados serem considerados médios, não devemos esquecer que este elemento é um dos mais extraído pelas forrageiras e que sempre as análises foram realizadas após o corte das mesmas, ou seja, durante o período inicial de crescimento, logo que se realizou a adubação potássica, os teores de K no solo possivelmente encontravam-se nas faixas limites de médios a altos.

Para os demais cortes (**Tabelas 28 a 35**), os micronutrientes sempre estiveram em limites altos com exceção de algumas oportunidades para o solo1 onde os teores de Mn e B passaram a revelar valores médios, para o P este também apresentou limites altos com exceção de algumas oportunidades para o solo2 onde possui teores médios, porém bem próximos ao limite para serem classificados como altos. O potássio foi o único elemento que se mostrou com teores baixos em algumas oportunidades, porém como será apresentado na discussão sobre os teores de minerais nas folhas, o teor de K nestas sempre estiveram entre 15 e 30 g kg⁻¹, valores estes considerados normais para capins como Colonião ou Napier (Boletim Técnico 100), confirmando a hipótese de que possivelmente durante grande parte do crescimento os teores de K no solo estavam adequados à nutrição das forrageiras cultivadas.

Por outro lado durante o experimento foi verificado a totalidade de variação dos limites (muito baixo a muito alto) para a acidez e a saturação por bases, e ainda (baixo a alto) para os teores de cálcio e magnésio. Com estes resultados, verifica-se que se conseguiu manter durante todo o período experimental a grande variação nas

características químicas do solo justamente para os parâmetros que foram os alvos do estudo.

Para ter-se uma idéia de como se comportaram alguns parâmetros dos solos, ao longo de todo período experimental, foram traçados gráficos que mostram a evolução de algumas características diretamente envolvidas com os tratamentos, onde cada curva representou a evolução de um tratamento (média das quatro espécies cultivadas) para cada tipo de solo.

Deste modo, as **Figuras 35 e 36** mostram a variação ocorrida nos valores de pH em CaCl_2 , as **Figuras 37 e 38** mostram a variação na saturação por bases, as **Figuras 39 e 40** mostram a variação nos teores de Al, as **Figuras 41 e 42** mostram a variação na saturação por Al, as **Figuras 43 e 44** mostram a variação nos teores de Ca, as **Figuras 45 e 46** mostram a variação nos teores de Mg e finalmente as **Figuras 47 e 48** mostram a variação ocorrida na relação Ca:Mg para ambos os solos.

Figura 35- Variação do pH por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 36- Variação do pH por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 37- Variação da saturação por bases por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 38- Variação da saturação por bases por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 39- Variação do Al^{3+} por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 40- Variação do Al^{3+} por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 41- Variação da saturação de Al por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 42- Variação da saturação de Al por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 43- Variação do Ca por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 44- Variação do Ca por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 45- Variação do Mg por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 46- Variação do Mg por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Figura 47- Variação da relação Ca/Mg por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 1.

Figura 48- Variação da relação Ca/Mg por tratamento (média das 4 espécies) ao longo do experimento para o solo 2.

Como pode ser observado pelos gráficos acima traçados, houve uma elevada acidificação nos solos ao longo da fase experimental, paralelamente a esta redução de pH, foram verificados aumentos nos teores e saturação de alumínio, associadas a reduções nos teores de Ca e Mg e ainda nas saturações por bases. Resultados estes que estão de acordo com os encontrados por Abruña (1958 e 1964), Vicente-Chandler et al.(1959a, 1959b e 1959c), Premazzi (1991), e que são justificados pela ação acidificante das elevadas aplicações nitrogenadas, aliado a remoção das bases Ca e Mg do sistema, já que as mesmas foram extraídas pelas forrageiras ao longo dos cortes realizados.

Outro aspecto importante que deixa bem evidente as diferenças entre os solos avaliados e a diferença em poder tampão dos mesmos. Isto pode ser notado pela inclinação das curvas, pois para o solo1 as diferenças entre os tratamentos vão diminuindo ao longo dos cortes, convergindo todos os tratamentos para patamares bem próximos ao final do terceiro corte, enquanto para o solo2, que possui maior CTC, portanto maior reserva absoluta de bases, as curvas dos tratamentos seque mais paralelas entre si até o final do experimento. Com isto fica evidente que critérios

relativos, como a saturação por bases, não são bons indicadores para se prever a estabilidade do sistema solo ao longo do tempo.

E finalmente, outro fenômeno importante que ocorreu ao longo dos cortes foi a mudança na relação Ca:Mg, apresentando um comportamento crescente ao longo dos cortes. Como será apresentado no momento da discussão dos teores de minerais nas folhas, foram verificados maiores teores de Mg em relação ao Ca no primeiro corte de todas as espécies cultivadas em ambos os solos, mostrando obviamente relações Ca:Mg menores que 1, mas que foram aumentado ao longo dos cortes, ou seja, a extração diferenciada entre Ca e Mg acabou por alterar a relação Ca/Mg inicial do solo.

Tabela 22 - Análise de micronutrientes após o período de incubação definitiva

		B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
Solo 1						
Tratamento	T	0,20	0,48	135,39	15,50	1,93
	V30	0,20	0,38	103,95	11,25	1,23
	V50	0,19	0,35	98,75	7,83	0,95
	V70	0,19	0,33	95,75	6,11	0,78
	V90	0,20	0,30	93,50	5,25	0,75
Estatística	Média	0,20	0,37	105,47	9,19	1,13
	C.V.	9,90	16,21	1,73	14,00	9,25
	Teste F	ns	**	**	**	**
	R.L./R ²	-	**/51,00	**/70,93	**/85,22	**/79,64
	R.Q./R ²	-	ns	**/92,90	**/91,88	**/94,90
	Equação [#]	-	0,4650- 0,0020v	146,834- 1,5410v+ 0,0108v ²	18,1691- 0,2795v+ 0,00151v ²	2,2652- 0,0399v+ 0,00026v ²
Solo 2						
Tratamento	T	0,73	1,23	90,84	52,70	1,68
	V35	0,69	1,30	83,14	48,00	1,30
	V55	0,72	1,33	72,64	36,65	1,03
	V75	0,73	1,28	55,22	21,25	1,00
	V95	0,74	1,30	53,00	20,00	0,90
Estatística	Média	0,72	1,29	70,97	35,72	1,18
	C.V.	11,35	5,77	3,38	4,91	8,61
	Teste F	ns	ns	**	**	**
	R.L./R ²	-	-	**/94,30	**/93,52	**/79,04
	R.Q./R ²	-	-	ns	ns	**/89,60
	Equação [#]	-	-	99,4719- 0,51813v	61,0613- 0,46075v	2,0066- 0,02495v+ 0,00014v ²

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L.-regressão linear; R.Q.-regressão quadrática. #- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 23 - Análise química dos solos após o período de incubação (média de 4 repetições)

	pH		MO		P		S-SO ₄		K	Ca	Mg	Na	Al		CTCv ¹		CTCf ²		Ca/Mg	Vv ³	Vf ⁴	m
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	g dm ⁻³	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³
Solo 1																						
Tratam.	T	3,77	27,4	9,2	11,0	2,2	1,0	2,6	0,95	9,25	62,1	58,0	0,38	9,26	9,91	61,7						
	V30	4,65	27,8	9,5	11,8	2,4	6,0	8,8	0,93	3,25	48,3	58,0	0,68	35,49	29,58	15,8						
	V50	5,35	27,2	9,6	12,0	2,4	11,5	14,1	0,91	1,53	51,7	58,0	0,81	54,21	48,28	5,2						
	V70	5,84	25,0	10,9	12,5	2,3	16,9	19,5	0,99	0,00	56,5	58,0	0,87	68,49	66,68	0,0						
	V90	6,07	25,4	12,6	14,0	2,4	22,8	25,5	0,96	0,00	66,7	58,0	0,89	75,87	87,28	0,0						
Estatística	Média	5,14	26,6	10,4	12,3	2,3	11,6	14,1	0,9	2,8	57,1	58,0	0,73	48,66	48,35	16,5						
	C.V.	0,63	3,54	8,59	6,58	5,19	2,74	2,64	9,56	18,43	3,94	-	4,73	1,85	**	13,0						
	Teste F	**	**	**	**	ns	**	**	ns	**	**	-	**	**	**	**						
	R.L./R ²	**/95,22	**/47,42	**/60,21	**/61,26	-	**/99,80	**/99,75	-	**/78,70	**/12,38	-	**/81,39	**/95,50	**/99,86	**/70,91						
	R.Q./R ²	**/99,86	ns	*/71,07	ns	-	*/99,86	ns	-	**/96,38	**/84,42	-	**/96,58	**/99,88	ns	**/95,62						
Solo 2																						
Tratam.	T	4,07	37,1	1,4	40,3	2,7	2,5	17,2	27,1	21,5	192,6	156,0	0,15	11,60	14,32	48,7						
	V35	4,52	36,9	1,6	40,9	2,6	14,8	35,2	27,8	6,8	142,3	156,0	0,43	36,87	33,65	11,4						
	V55	5,70	35,5	2,3	42,3	1,7	30,2	58,5	27,8	1,1	124,1	156,0	0,52	72,87	57,98	1,1						
	V75	5,89	34,1	2,4	42,8	1,5	47,5	70,0	26,5	0,0	147,8	156,0	0,68	80,46	76,25	0,0						
	V95	6,18	33,9	2,9	43,1	1,3	58,5	86,5	26,4	0,0	171,4	156,0	0,68	85,39	93,80	0,0						
Estatística	Média	5,27	35,5	2,1	41,9	1,9	30,7	53,5	27,1	5,9	155,6	156,0	0,49	57,44	55,20	12,2						
	C.V.	0,98	2,81	13,93	4,21	9,43	3,73	5,22	3,89	10,45	3,07	-	7,57	2,22	3,69	6,33						
	Teste F	**	**	**	ns	**	**	**	ns	**	**	-	**	**	**	**						
	R.L./R ²	**/91,59	**/66,33	**/78,16	-	**/83,53	**/99,31	**/97,99	-	**/73,32	**/4,66	-	**/86,81	**/89,58	**/99,28	**/67,48						
	R.Q./R ²	**/95,24	ns	ns	-	ns	ns	*/98,51	-	**/97,77	**/92,21	-	**/95,55	**/97,91	*/99,45	**/98,98						

¹ - CTC calculada normalmente pela soma de bases e H+Al; ² - CTC média dos valores obtidos no pré-ensaio de incubação ³ - Saturação por bases utilizando a CTCv; ⁴ - Saturação por bases utilizando a CTCf; *-Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 24 - Análise química dos solos cultivados com *E. polystachya* após o 1º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			%				mg dm ⁻³		
Solo 1															
T	3,70	28,04	70,16	1,83	0,80	2,07	10,87	0,39	8,10	69,82	1,24	3,60	108,08	15,00	6,41
V30	4,30	30,68	56,94	1,69	4,60	5,30	6,43	0,87	19,99	35,69	1,34	2,89	98,63	13,67	5,00
V50	4,90	29,62	63,00	1,61	9,77	9,58	4,77	1,02	36,14	18,54	1,45	2,80	105,06	9,00	5,01
V70	5,33	28,83	68,37	1,62	16,87	14,70	0,00	1,15	57,24	0,00	1,48	3,13	103,52	7,77	4,47
V90	5,90	30,95	67,80	1,85	19,48	16,08	0,00	1,21	64,48	0,00	1,41	2,59	89,98	6,15	4,20
Média	4,83	29,62	65,25	1,72	10,30	9,55	4,41	0,93	37,19	24,81	1,38	3,00	101,05	10,32	5,02
C.V.	1,91	1,76	10,32	9,36	4,09	5,67	5,64	7,72	2,82	4,42	6,40	11,36	4,96	10,14	4,12
Teste F	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	ns	*	*	**	**
R.L./R ²	**/98,75	**/23,05	-	-	**/98,11	**/97,11	**/93,32	**/82,46	**/98,11	**/89,93	-	*/31,96	*/34,48	**/89,19	**/80,43
R.Q./R ²	ns	ns	-	-	ns	*/97,54	**/96,12	**/94,38	ns	**/99,26	-	ns	**/41,05	ns	**/87,53
Solo 2															
T	4,13	39,68	64,80	2,10	2,33	15,24	20,13	0,15	12,61	50,57	1,62	3,02	91,11	57,90	5,09
V35	4,45	37,82	63,11	1,95	13,40	27,75	7,60	0,48	27,63	14,92	1,63	3,05	87,09	54,08	4,89
V55	5,22	39,68	84,09	1,95	26,00	47,49	3,90	0,55	48,36	4,89	1,80	3,13	86,53	45,97	4,61
V75	5,80	39,68	75,62	1,67	40,67	56,10	0,00	0,72	63,10	0,00	1,65	2,70	66,06	39,16	4,12
V95	5,98	39,41	85,00	1,65	50,83	72,00	0,00	0,71	79,80	0,00	1,87	2,79	54,05	36,31	3,95
Média	5,12	39,25	74,52	1,86	26,65	43,72	6,33	0,52	46,30	14,08	1,71	2,94	76,97	46,68	4,53
C.V.	3,74	1,98	9,94	11,27	6,48	3,10	13,64	6,11	3,55	7,25	7,69	7,84	8,46	8,00	5,37
Teste F	**	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**
R.L./R ²	**/92,20	-	**/45,80	-	**/99,08	**/98,68	**/81,63	**/83,80	**/99,43	**/74,17	-	-	**/76,74	**/86,20	**/81,60
R.Q./R ²	ns	-	ns	-	ns	ns	**/97,37	**/95,10	ns	**/97,13	-	-	*/84,54	ns	ns

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 25 - Análise química dos solos cultivados com *E. pyramidalis* após o 1º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%			mg dm ⁻³		
Solo 1															
T	3,56	28,57	71,67	1,82	0,83	2,17	10,50	0,39	8,31	68,38	0,95	2,97	108,60	16,40	7,58
V30	3,92	29,10	72,47	1,95	4,00	4,80	6,10	0,84	18,53	36,26	0,80	3,11	118,00	12,53	6,66
V50	4,50	28,57	68,20	2,18	9,48	9,93	4,93	0,95	37,23	18,60	0,96	2,98	117,20	9,47	5,65
V70	5,01	28,57	66,31	2,13	13,98	13,44	1,70	1,04	50,96	5,48	1,20	2,79	107,60	7,80	5,40
V90	5,51	28,57	73,71	2,33	21,72	18,45	0,00	1,18	73,27	0,00	1,24	2,56	93,73	5,33	4,13
Média	4,50	28,68	70,47	2,08	10,00	9,76	4,65	0,88	37,66	25,74	1,03	2,88	109,03	10,31	5,88
C.V.	1,94	0,72	6,49	2,15	4,75	9,19	15,26	6,98	5,86	7,98	12,80	9,51	3,03	9,18	7,80
Teste F	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
R.L./R ²	**/98,61	ns	-	-	**/97,65	**/97,56	**/94,31	**/84,75	**/98,03	**/91,49	**/49,18	-	**/38,37	**/93,99	**/88,11
R.Q./R ²	ns	ns	-	-	**/99,38	ns	ns	**/92,61	**/99,00	**/99,31	ns	-	**/90,47	ns	ns
Solo 2															
T	4,12	41,79	71,29	2,77	2,20	15,18	25,17	0,15	12,91	55,47	1,35	2,33	92,80	64,93	5,00
V35	4,49	42,32	64,94	2,57	13,70	28,20	5,10	0,49	28,51	10,28	1,89	2,53	98,07	53,47	4,90
V55	5,41	42,32	81,24	2,50	25,33	45,90	2,50	0,55	47,26	3,26	1,92	2,46	80,00	46,53	4,87
V75	5,73	40,20	77,77	2,74	39,17	55,80	0,00	0,70	62,63	0,00	1,92	2,30	75,80	39,47	4,80
V95	5,94	39,15	78,33	2,64	49,33	71,34	0,00	0,69	79,05	0,00	1,70	2,15	67,13	31,60	3,47
Média	5,14	41,16	74,71	2,64	25,95	43,28	6,55	0,52	46,07	13,80	1,76	2,35	82,76	47,20	4,61
C.V.	3,52	1,79	7,18	7,64	3,43	3,10	17,12	4,89	2,50	7,58	825	6,38	4,78	4,90	5,10
Teste F	**	**	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
R.L./R ²	**/90,48	**/55,23	*/27,03	-	**/99,65	**/99,18	**/67,52	**/82,46	**/99,75	**/65,50	*/16,90	-	**/78,78	**/96,37	**/54,80
R.Q./R ²	*/92,79	**/75,57	ns	-	ns	ns	**/92,93	**/95,81	ns	**/93,69	**/93,69	-	ns	ns	**/79,20

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 01 a 04.

Tabela 26 - Análise química dos solos cultivados com *B. mutica* após o 1º corte (média de 3 repetições)

	pH (CaCl ₂)	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	Al	Ca:Mg	V				Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
									m	B	%					
Solo 1																
Tratam.	T	3,73	29,89	105,41	1,69	0,83	1,85	10,00	0,46	7,54	69,54	0,96	4,86	114,50	17,87	8,61
	V30	4,18	30,68	75,42	1,68	5,27	5,77	6,50	0,91	21,92	33,85	1,00	3,21	96,05	13,83	6,14
	V50	4,63	31,74	67,52	1,73	9,61	9,32	5,07	1,03	35,62	19,67	1,00	3,33	90,55	12,14	5,38
	V70	5,24	32,53	82,25	1,56	14,42	12,67	0,00	1,14	49,39	0,00	1,24	3,57	93,45	10,78	5,15
	V90	5,68	33,33	64,80	1,71	21,03	16,06	0,00	1,31	66,89	0,00	1,32	2,85	95,05	7,07	4,38
	Média	4,69	31,63	79,08	1,67	10,23	9,13	4,31	0,97	36,27	24,61	1,10	3,56	97,92	12,34	5,93
Estatística	C.V.	1,94	1,38	8,26	8,97	6,97	6,81	12,19	8,86	3,55	6,96	7,61	9,61	11,78	10,83	6,31
	Teste F	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**
	R.L./R ²	**/98,56	**/91,75	**/47,12	-	**/98,51	**/98,87	**/92,62	**/85,11	**/99,51	**/89,26	**/70,62	**/48,04	-	**/87,99	**/81,12
	R.Q./R ²	ns	ns	**/60,86	-	*/99,17	ns	*/93,69	*/90,69	*/99,64	**/98,53	ns	*/59,09	-	ns	**/90,89
Solo 2																
Tratam.	T	4,19	42,06	80,76	3,42	2,47	14,34	16,03	0,17	12,97	44,21	1,75	2,85	107,37	60,94	5,51
	V35	4,53	41,53	87,91	2,65	14,50	26,70	5,73	0,55	28,11	11,56	2,15	3,11	134,91	46,47	6,26
	V55	5,50	42,32	92,82	2,01	26,50	43,80	0,00	0,60	46,35	0,00	1,98	2,87	98,13	37,07	5,84
	V75	5,68	41,53	85,76	2,01	41,33	54,00	0,00	0,77	62,40	0,00	1,94	2,83	87,04	35,00	4,39
	V95	6,30	43,38	93,13	1,85	50,83	71,55	0,00	0,71	79,64	0,00	1,83	2,31	72,58	23,53	3,17
	Média	5,24	42,16	88,08	2,39	27,13	42,08	4,35	0,56	45,89	11,15	1,93	2,79	100,01	40,60	5,03
Estatística	C.V.	4,22	1,71	9,32	6,87	3,64	3,35	11,74	4,03	3,02	10,90	5,29	10,20	6,37	7,50	9,78
	Teste F	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
	R.L./R ²	**/91,39	-	-	**/79,57	**/99,47	**/99,12	**/72,88	**/76,72	**/99,71	**/67,92	ns	-	**/59,14	**/91,43	**/61,39
	R.Q./R ²	ns	-	-	**/93,03	ns	ns	**/98,15	**/95,33	ns	**/96,62	**/44,49	-	**/69,53	ns	**/85,80

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 27 - Análise química dos solos cultivados com *B. humicola* após o 1º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
									g dm ⁻³	mg dm ⁻³						mmol _c dm ⁻³
Solo 1																
Tratam.	T	3,55	32,53	62,69	1,92	0,78	1,90	11,10	0,45	7,94	70,66	0,87	3,34	135,52	13,40	7,23
	V30	3,92	32,27	55,88	1,94	5,33	6,00	6,60	0,89	22,87	33,21	1,12	2,61	114,00	9,40	6,20
	V50	4,29	33,33	57,38	2,22	9,40	9,67	5,27	0,97	36,69	19,85	1,20	2,61	103,40	8,93	5,53
	V70	4,94	33,86	64,78	2,45	18,49	17,05	2,67	1,08	65,51	6,59	1,57	2,57	101,40	7,27	5,13
	V90	5,23	35,18	68,66	2,55	25,44	21,10	0,00	1,21	84,64	0,00	1,56	2,45	93,13	5,47	4,27
	Média	4,39	33,43	61,88	2,22	11,89	11,14	5,13	0,92	43,53	26,06	1,26	2,72	109,49	8,89	5,67
Estatística	C.V.	6,13	2,40	7,56	9,74	6,13	6,36	9,70	10,77	4,59	8,84	9,43	11,09	4,43	7,46	8,05
	Teste F	**	**	*	*	**	**	**	*	**	**	**	*	**	**	**
	R.L./R ²	**/87,70	**/63,06	*/23,39	**/64,43	**/92,22	**/97,88	**/96,15	**/79,44	**/97,87	**/89,42	**/81,98	**/43,24	**/82,71	**/88,95	**/86,02
	R.Q./R ²	ns	ns	*/52,62	ns	**/98,91	*/98,26	*/96,73	*/86,69	**/98,87	**/98,06	ns	ns	**/90,38	*/90,96	ns
Solo 2																
Tratam.	T	4,09	41,00	77,27	3,54	2,40	14,19	24,37	0,17	12,90	54,69	2,15	2,52	96,20	53,60	5,87
	V35	4,36	42,58	84,67	3,10	14,67	26,28	7,00	0,56	28,24	13,73	2,28	2,73	94,20	47,67	5,33
	V55	5,24	43,38	77,33	2,50	27,50	44,40	3,30	0,62	47,69	4,25	1,97	2,41	79,47	32,47	4,37
	V75	5,80	44,44	71,00	2,53	42,17	54,90	0,00	0,77	63,85	0,00	2,85	2,29	67,53	27,20	4,23
	V95	5,99	44,44	78,00	2,80	52,17	71,30	0,00	0,73	80,94	0,00	2,30	2,37	69,80	23,07	4,23
	Média	5,10	43,17	77,65	2,89	27,78	42,21	6,93	0,57	46,72	14,53	2,31	2,46	81,44	36,80	4,81
Estatística	C.V.	2,09	1,42	8,30	8,96	3,25	3,26	15,29	4,00	2,41	11,54	6,60	4,55	5,9	9,35	6,57
	Teste F	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	R.L./R ²	**/94,45	**/79,55	-	**/42,63	**/99,58	**/99,17	**/74,49	**/77,29	**/99,76	**/70,47	*/14,83	**/37,57	**/81,70	**/89,91	**/73,82
	R.Q./R ²	ns	ns	-	**/73,09	ns	ns	**/95,63	**/95,40	ns	**/95,70	ns	ns	ns	ns	*/83,80

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 28 - Análise química dos solos cultivados com *E. polystachya* após o 2º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
									g dm ⁻³	mg dm ⁻³						
Solo 1																
Tratam.	T	3,46	29,10	44,86	1,70	0,70	1,19	13,53	0,61	6,19	79,00	0,48	3,29	113,73	5,93	4,44
	V30	3,45	28,57	40,95	1,67	4,33	2,74	11,73	1,59	15,09	57,25	0,42	2,77	114,40	10,60	4,45
	V50	3,93	28,30	30,80	1,57	7,97	4,78	6,73	1,67	24,69	31,96	0,56	2,97	109,40	8,33	4,12
	V70	4,24	28,04	34,86	1,53	11,75	7,09	5,70	1,66	35,12	21,86	0,66	2,37	116,07	7,60	4,17
	V90	5,06	29,10	33,57	1,60	17,54	12,54	0,97	1,40	54,63	2,96	0,77	1,99	107,90	4,60	4,29
Estatística	Média	4,03	28,62	37,01	1,61	8,46	5,67	7,73	1,39	27,14	38,61	0,58	2,68	112,30	7,41	4,29
	C.V.	5,20	2,28	6,39	8,90	3,89	7,40	8,23	9,03	3,12	2,59	10,69	9,87	7,56	1,55	5,74
	Teste F	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns
	R.L./R ²	**/83,44	-	**/54,98	-	**/98,72	**/92,32	**/95,31	**/32,45	**/96,80	**/98,23	**/74,00	**/72,72	-	**/13,61	-
	R.Q./R ²	*/90,17	-	**/72,84	-	**/99,54	**/98,24	ns	**/87,35	**/99,27	**/99,10	*/81,06	ns	-	**/71,28	-
Solo 2																
Tratam.	T	4,06	38,88	31,67	1,68	1,70	11,25	40,33	0,15	9,38	73,28	1,38	1,82	124,93	43,00	5,59
	V35	4,39	40,73	30,61	1,59	9,98	21,94	19,33	0,45	21,48	35,77	1,57	2,15	124,13	43,67	4,73
	V55	5,14	39,94	27,56	1,41	23,80	34,99	2,33	0,68	38,59	3,63	1,38	2,09	105,67	35,53	4,22
	V75	5,64	39,94	32,53	1,45	34,30	41,88	0,00	0,82	49,76	0,00	1,42	1,99	99,20	31,60	4,41
	V95	5,98	40,73	42,10	1,41	43,58	58,14	0,00	0,75	66,10	0,00	1,42	2,26	94,40	27,40	4,43
Estatística	Média	5,04	40,04	32,89	1,51	22,67	33,64	12,40	0,57	37,06	22,54	1,43	2,06	109,67	36,24	4,68
	C.V.	6,46	2,58	10,80	12,58	7,24	6,39	29,52	8,01	5,26	16,68	9,09	7,15	5,25	8,46	10,29
	Teste F	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	*	**	**	*
	R.L./R ²	**/86,60	-	**/32,33	-	**/98,69	**/97,71	**/78,01	**/80,71	**/99,01	**/79,72	-	*/26,76	**/81,16	**/80,56	*/35,74
	R.Q./R ²	ns	-	**/69,24	-	ns	ns	**/95,90	**/97,06	ns	**/98,07	-	ns	ns	ns	*/58,78

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 29 - Análise química dos solos cultivados com *E. pyramidalis* após o 2º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			%			mg dm ⁻³						
				K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Solo 1																
Tratam.	T	3,43	29,89	59,83	1,44	0,75	1,22	20,67	0,62	5,88	85,78	0,36	2,91	138,80	5,13	3,43
	V30	3,53	30,15	59,20	1,50	3,77	1,90	21,00	1,99	12,36	74,37	0,38	3,51	145,13	8,46	4,90
	V50	3,91	28,83	44,76	1,41	7,94	4,38	13,33	1,82	23,67	48,99	0,31	3,25	141,47	7,62	4,29
	V70	3,91	31,21	45,23	1,22	9,60	7,23	12,00	1,33	31,13	39,36	0,28	3,11	140,53	7,29	4,17
	V90	4,80	30,15	47,69	1,29	19,10	13,48	1,67	1,42	58,39	4,69	0,37	2,53	126,93	5,36	4,08
Estatística	Média	3,92	30,05	51,46	1,37	8,23	5,64	13,73	1,44	26,29	50,64	0,34	3,06	138,57	6,77	4,17
	C.V.	3,32	2,58	7,87	7,10	6,36	3,83	17,84	1,65	2,44	8,63	7,98	9,11	3,53	8,15	8,93
	Teste F	**	*	**	*	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	*
	R.L./R ²	**/79,69	ns	**/52,79	**/43,60	**/91,85	**/89,72	**/81,92	*/7,23	**/91,61	**/94,77	ns	*/18,20	**/29,65	ns	ns
	R.Q./R ²	**/88,03	ns	*/63,56	ns	**/95,85	**/99,32	*/87,88	**/56,04	**/97,69	**/96,43	**/31,00	**/61,90	**/66,02	**/76,01	**/32,82
Solo 2																
Tratam.	T	3,95	41,53	39,00	1,69	1,82	11,57	48,33	0,16	9,67	76,22	1,28	2,23	100,00	31,00	3,73
	V35	4,18	40,73	35,20	1,82	9,55	21,88	30,00	0,44	21,32	47,08	1,22	2,26	104,87	34,33	3,80
	V55	4,73	40,47	32,23	1,37	22,05	35,50	7,67	0,62	37,77	11,03	1,27	2,27	98,13	29,87	3,89
	V75	5,22	39,41	41,85	1,54	30,05	41,67	3,00	0,72	46,96	3,99	1,22	2,26	91,73	27,80	3,38
	V95	5,77	40,20	50,11	1,34	38,57	58,14	0,00	0,66	62,85	0,00	1,24	2,27	79,67	21,87	3,25
Estatística	Média	4,77	40,47	39,68	1,55	20,41	33,75	17,80	0,52	35,71	27,66	1,25	2,26	94,88	28,97	3,61
	C.V.	5,12	1,61	8,98	7,79	8,63	8,09	23,52	10,43	7,13	15,81	6,02	6,94	5,44	8,07	8,68
	Teste F	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	ns
	R.L./R ²	**/90,35	**/41,67	**/35,91	**/45,94	**/98,23	**/96,73	**/86,00	**/76,27	**/98,21	**/86,88	-	-	**/61,99	**/59,29	-
	R.Q./R ²	ns	ns	**/77,45	ns	ns	ns	**/95,39	**/95,32	ns	**/97,09	-	-	*/79,20	**/77,22	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 30 - Análise química dos solos cultivados com *B. mutica* após o 2º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO (CaCl ₂)	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	Al	Ca:Mg	V		B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn	
									m	%						
Solo 1																
Tratam.	T	3,51	28,83	55,25	1,19	0,83	1,15	20,00	0,72	5,47	86,29	0,54	3,65	187,80	6,71	4,52
	V30	3,72	31,48	40,60	1,03	4,75	2,91	17,00	1,66	14,99	66,03	0,44	3,21	200,80	9,34	4,73
	V50	3,85	30,68	42,38	0,93	7,62	4,10	18,33	1,87	21,80	57,33	0,40	2,70	199,13	9,22	4,53
	V70	4,24	30,15	32,57	0,82	10,43	7,03	7,00	1,48	31,51	26,92	0,54	2,66	183,47	7,20	4,52
	V90	4,98	30,95	35,38	0,82	18,23	11,53	2,33	1,58	52,73	7,06	0,47	2,19	170,27	4,44	3,95
	Média	4,06	30,42	41,24	0,96	8,37	5,34	12,93	1,46	25,30	48,73	0,48	2,88	188,29	7,38	4,45
Estatística	C.V.	3,83	4,55	7,88	9,97	6,97	8,32	33,46	11,73	6,43	15,20	11,77	8,87	5,46	9,27	6,16
	Teste F	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	*	**	*
	R.L./R ²	**/82,25	-	**/66,02	**/70,00	**/94,65	**/92,58	**/67,24	**/27,39	**/94,01	**/93,41	ns	**/80,95	**/28,18	**/25,26	*/31,66
	R.Q./R ²	**/92,91	-	**/77,65	ns	**/97,09	**/98,23	ns	**/70,08	**/97,78	ns	ns	ns	*/60,49	**/89,12	*/54,27
Solo 2																
Tratam.	T	4,10	39,94	40,53	1,33	1,90	11,76	34,33	0,16	9,61	69,57	1,78	2,19	124,87	47,80	4,51
	V35	4,36	42,06	37,32	1,24	10,98	21,34	21,00	0,52	21,52	38,11	1,55	2,27	127,33	43,07	4,42
	V55	5,17	42,58	46,97	0,99	23,00	36,07	3,00	0,64	38,49	4,76	1,52	2,80	101,73	31,53	4,11
	V75	5,61	43,38	49,35	1,07	35,53	44,04	0,00	0,81	51,68	0,00	1,66	2,55	88,60	24,87	4,13
	V95	6,20	42,85	53,63	0,99	42,21	58,68	0,00	0,72	65,31	0,00	1,25	2,49	68,01	24,13	3,49
	Média	5,09	42,16	45,56	1,12	22,72	34,38	11,67	0,57	37,32	22,49	1,55	2,46	102,11	34,28	4,13
Estatística	C.V.	5,05	2,18	6,75	9,14	6,86	4,87	21,79	6,79	4,48	13,43	9,73	10,36	8,48	5,80	8,90
	Teste F	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	ns	**	**	ns
	R.L./R ²	**/91,57	**/50,00	**/70,37	**/56,41	**/98,45	**/98,58	**/82,91	**/76,75	**/99,31	**/82,31	**/38,57	-	**/84,52	**/90,93	-
	R.Q./R ²	ns	*/69,09	ns	ns	ns	ns	**/95,69	**/96,04	ns	**/97,99	ns	-	ns	*/93,43	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 31 - Análise química dos solos cultivados com *B. humidicola* após o 2º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
									(CaCl ₂)	g dm ⁻³						mg dm ⁻³
Solo 1																
Tratam.	T	3,47	30,42	46,95	1,22	0,73	1,08	24,67	0,68	5,23	89,08	0,66	3,25	188,80	9,97	4,85
	V30	3,66	29,62	35,69	1,23	4,80	3,35	17,33	1,44	16,16	64,84	0,63	3,17	212,27	9,52	4,35
	V50	3,83	29,89	32,78	1,05	7,87	4,80	13,33	1,68	23,65	49,29	0,61	2,92	194,20	7,49	4,90
	V70	4,20	29,62	38,25	1,18	13,50	8,66	5,67	1,56	40,24	19,53	0,61	2,63	182,13	6,91	4,73
	V90	5,08	29,10	33,34	1,12	19,67	14,25	1,00	1,38	60,41	2,77	0,67	1,95	119,11	4,09	3,31
Estatística	Média	4,05	29,73	37,40	1,16	9,31	6,43	12,40	1,35	29,14	45,10	0,64	2,78	179,30	7,60	4,43
	C.V.	2,86	2,57	8,61	11,00	5,06	7,65	7,51	14,14	3,29	4,59	8,59	10,47	3,59	6,35	9,64
	Teste F	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
	R.L./R ²	**/84,84	-	**/36,53	-	**/97,88	**/92,95	**/98,37	**/31,62	**/96,43	**/98,90	-	**/72,05	**/55,60	**/90,36	**/30,59
	R.Q./R ²	**/95,59	-	*/54,84	-	**/99,36	**/98,48	ns	**/80,61	**/99,33	ns	-	ns	**/94,14	*/93,71	*/49,29
Solo 2																
Tratam.	T	3,94	38,09	58,58	1,55	1,99	11,04	46,67	0,18	9,34	76,19	1,66	2,68	99,80	37,20	4,25
	V35	4,23	38,09	61,31	1,79	11,53	22,61	24,33	0,51	23,03	40,37	1,60	2,70	102,27	44,40	5,93
	V55	4,85	38,35	62,00	1,02	24,14	37,06	3,67	0,65	39,89	5,58	1,50	2,73	93,73	30,33	5,33
	V75	5,29	37,82	78,61	0,93	37,30	45,22	2,00	0,83	53,49	2,33	1,56	2,73	79,00	27,47	5,53
	V95	5,63	38,88	81,06	1,13	44,32	57,58	0,00	0,77	66,04	0,00	1,56	2,73	76,60	22,56	4,43
Estatística	Média	4,79	38,25	68,31	1,28	23,86	34,70	15,33	0,59	38,36	24,89	1,58	2,71	90,28	32,39	5,09
	C.V.	6,25	1,21	5,67	8,70	6,92	5,30	8,75	8,06	4,40	5,46	8,64	15,05	3,73	5,80	8,16
	Teste F	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**
	R.L./R ²	**/85,96	-	**/77,22	**/50,37	**/98,45	**/98,62	**/82,70	**/81,59	**/99,30	**/82,82	-	-	**/81,10	**/70,19	ns
	R.Q./R ²	ns	-	ns	ns	ns	ns	**/98,42	**/95,92	ns	**/98,65	-	-	ns	**/74,19	**/60,33

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 32 - Análise química dos solos cultivados com *E. polystachya* após o 3º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			%				mg dm ⁻³		
Solo 1															
T	3,57	27,24	49,67	1,97	0,60	0,98	36,33	0,61	6,13	91,07	0,35	3,67	128,20	2,52	2,33
V30	3,61	29,36	46,46	2,31	3,10	1,42	31,67	2,19	11,78	81,96	0,25	4,13	122,67	2,67	2,37
V50	3,67	28,57	37,84	2,14	4,42	1,86	28,33	2,44	14,51	77,07	0,26	3,13	120,13	4,08	3,36
V70	3,73	32,00	38,60	1,71	7,20	3,27	25,33	2,21	20,99	67,51	0,21	2,80	120,40	4,62	3,91
V90	4,18	34,39	30,35	1,77	9,23	5,03	15,00	1,86	27,65	44,02	0,24	2,73	116,07	6,33	3,39
Média	3,75	30,31	40,58	1,98	4,91	2,51	27,33	1,86	16,13	66,43	0,26	3,29	121,49	4,04	3,07
C.V.	6,47	5,33	7,72	8,78	5,89	3,01	32,80	2,23	19,44	85,61	11,53	9,92	4,20	4,74	7,47
Teste F	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**
R.L./R ²	-	**/68,86	**/81,24	*/28,59	**/98,41	**/86,88	**/68,51	**/26,30	**/97,00	**/72,87	**/45,86	**/57,43	-	**/92,88	**/64,08
R.Q./R ²	-	ns	ns	ns	ns	**/94,83	ns	**/81,79	*/97,85	ns	**/62,27	ns	-	**/94,41	*/71,60
Solo 2															
T	3,92	44,97	33,03	1,97	1,14	5,27	81,33	0,22	5,37	90,31	1,29	1,65	85,60	38,33	4,05
V35	4,05	45,23	28,00	1,81	8,34	17,56	68,67	0,48	17,76	70,85	1,10	2,01	86,33	35,07	4,13
V55	4,46	44,44	28,60	1,67	17,47	30,54	31,67	0,59	31,84	38,79	1,14	2,41	79,80	35,27	3,88
V75	4,95	44,70	28,39	1,47	25,17	30,06	9,67	0,85	36,34	13,73	1,18	2,32	76,27	34,53	3,41
V95	5,33	44,97	32,46	1,40	38,68	41,36	3,33	0,94	52,20	3,65	1,21	2,57	73,33	28,80	2,99
Média	4,54	44,86	30,10	1,66	18,16	24,96	38,93	0,62	28,70	43,47	1,18	2,19	80,27	34,40	3,69
C.V.	7,65	1,13	9,54	7,62	9,04	13,47	30,83	18,99	6,14	17,04	6,88	8,68	6,20	4,97	6,18
Teste F	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	*	**	**
R.L./R ²	**/75,86	-	-	**/79,09	**/97,55	**/88,93	**/86,58	**/85,97	**/97,30	**/94,52	-	**/71,98	**/56,46	**/66,48	**/72,65
R.Q./R ²	ns	-	-	ns	**/98,60	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	*/82,18

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 33 - Análise química dos solos cultivados com *E. pyramidalis* após o 3º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO (CaCl ₂)	P g dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
									mmol _c dm ⁻³	%						
Solo 1																
Tratam.	T	3,48	37,56	63,90	1,10	0,75	0,90	43,00	0,94	4,74	93,98	0,44	3,89	146,40	2,51	1,67
	V30	3,54	38,62	70,06	1,18	3,04	1,30	43,00	2,35	9,51	88,52	0,43	3,77	170,40	3,55	2,47
	V50	3,64	38,88	57,61	1,15	3,20	1,85	37,00	1,75	10,69	85,63	0,35	3,33	162,00	5,91	3,25
	V70	3,89	38,09	49,32	0,92	6,91	3,63	31,00	1,90	19,76	71,92	0,33	3,27	149,20	7,73	3,89
	V90	3,82	38,09	44,46	1,12	9,80	4,30	27,67	2,29	26,25	64,48	0,32	3,21	139,07	6,89	3,95
	Média	3,67	38,25	57,07	1,09	4,74	2,40	36,33	1,85	14,19	80,91	0,37	3,49	153,41	5,32	3,05
Estatística	C.V.	5,59	2,22	5,30	9,31	7,93	12,03	15,09	15,61	7,59	3,85	8,51	8,88	7,85	12,76	12,16
	Teste F	ns	ns	**	ns	**	**	*	**	**	**	**	ns	ns	**	**
	R.L./R ²	-	-	**/76,90	-	**/92,85	**/91,13	**/62,11	**/32,16	**/93,41	**/90,15	**/69,87	-	-	**/78,82	**/84,39
	R.Q./R ²	-	-	*/81,61	-	**/96,03	*/93,48	ns	ns	**/96,43	ns	ns	-	-	*/85,27	ns
Solo 2																
Tratam.	T	3,80	42,58	36,80	2,00	1,10	5,55	121,33	0,20	5,55	93,26	1,32	1,38	87,40	26,93	3,67
	V35	4,00	42,06	38,89	1,93	8,04	16,64	40,00	0,48	17,06	60,03	1,31	2,23	90,67	33,47	4,07
	V55	4,44	40,73	36,61	1,58	16,07	27,48	14,33	0,59	28,93	20,39	1,25	2,47	85,40	33,13	3,53
	V75	4,61	41,26	32,33	1,52	25,90	30,26	7,67	0,86	36,98	11,57	1,22	2,43	80,67	32,33	3,50
	V95	5,18	41,26	33,62	1,35	37,60	43,88	2,33	0,86	53,10	2,72	1,34	2,43	77,40	31,87	3,47
	Média	4,41	41,58	35,65	1,68	17,74	24,76	37,13	0,60	28,32	37,59	1,29	2,19	84,31	31,55	3,65
Estatística	C.V.	8,54	2,72	11,35	8,05	8,25	9,89	26,96	9,77	7,59	25,93	4,28	11,04	5,41	6,00	6,52
	Teste F	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	*	*	ns
	R.L./R ²	**/69,18	-	-	**/79,80	**/98,03	**/94,99	**/72,85	**/89,64	**/97,99	**/86,24	-	**/50,45	**/49,58	*/19,00	-
	R.Q./R ²	ns	-	-	ns	**/99,14	ns	**/93,67	**/93,38	ns	**/93,65	-	**/78,81	ns	**/56,20	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 34 - Análise química dos solos cultivados com *B. mutica* após o 3º corte (média de 3 repetições)

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Ca:Mg	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%			mg dm ⁻³		
Solo 1															
T	3,68	32,80	54,63	2,00	0,70	1,01	34,00	0,72	6,40	90,08	0,41	3,80	145,07	4,70	3,28
V30	3,62	33,59	49,00	1,65	3,30	1,24	41,00	2,66	10,68	86,87	0,36	3,79	151,67	4,76	3,14
V50	3,64	33,86	46,83	1,36	3,32	1,37	39,67	2,44	10,42	86,81	0,34	3,61	152,87	5,45	3,13
V70	3,80	34,12	48,04	1,12	6,14	3,40	36,33	1,83	18,38	77,12	0,31	3,42	148,20	7,97	3,51
V90	4,00	34,90	39,55	0,98	9,40	4,57	25,00	2,06	25,78	62,50	0,30	3,72	148,87	7,85	3,85
Média	3,75	33,85	47,61	1,42	4,57	2,32	35,20	1,94	14,33	80,68	0,34	3,67	149,34	6,15	3,38
C.V.	1,52	3,34	10,35	10,05	9,10	10,59	1,55	18,60	6,55	96,96	11,73	12,09	3,20	5,11	5,90
Teste F	**	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	*	ns	ns	**	**
R.L./R ²	**/60,27	-	**/49,66	**/88,58	**/91,89	**/84,41	*/23,85	*12,55	**/89,22	**/81,75	**/55,77	-	-	**/81,83	**/43,90
R.Q./R ²	**/89,82	-	ns	ns	**/94,67	**/94,30	**/73,40	**/51,09	**/95,38	**/96,25	**/60,19	-	-	*/83,35	**/72,54
Solo 2															
T	3,79	44,70	28,45	1,40	1,37	5,10	124,33	0,27	5,04	94,01	1,13	1,39	98,73	25,87	2,63
V35	4,12	47,08	33,56	1,06	9,06	20,05	65,67	0,46	19,34	68,31	1,25	2,71	107,00	43,73	3,13
V55	4,60	44,97	33,49	0,92	19,18	28,05	15,00	0,68	30,87	23,68	1,14	2,74	94,67	33,07	3,33
V75	5,01	47,61	33,03	0,82	29,26	31,17	5,00	0,94	39,26	7,44	1,06	2,52	89,87	34,07	3,12
V95	5,80	51,84	37,10	0,80	39,55	47,19	0,00	0,84	56,10	0,00	0,91	2,21	71,73	27,37	3,31
Média	4,66	47,24	33,13	1,00	19,68	26,31	42,00	0,64	30,12	38,69	1,10	2,31	92,40	32,82	3,10
C.V.	5,09	2,05	7,54	7,96	7,87	8,88	19,42	13,57	4,62	6,20	8,73	8,28	6,39	8,17	6,16
Teste F	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**
R.L./R ²	**/90,51	**/60,87	**/49,26	**/80,11	**/98,87	**/93,67	**/83,77	**/80,53	**/98,58	**/93,07	**/42,31	**/17,54	**/62,60	ns	**/40,73
R.Q./R ²	ns	**/75,06	ns	**/91,28	ns	ns	**/97,47	*/87,06	ns	**/97,58	*/62,07	**/80,08	**/80,70	**/47,00	*/59,35

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

Tabela 35 - Análise química dos solos cultivados com *B. humidicola* após o 3º corte (média de 3 repetições)

	pH		P mg dm ⁻³	K	Ca		Mg mmol _c dm ⁻³	Al	Ca:Mg	V	B		Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	MO g dm ⁻³			m	%										
Solo 1																
T	3,45	37,56	39,23	1,03	0,70	0,90	44,33	0,79	4,54	94,41	0,46	3,68	138,60	2,77	2,51	
V30	3,61	35,97	36,89	1,02	3,10	1,10	41,00	2,84	9,00	88,68	0,45	3,17	148,27	5,29	3,56	
V50	3,59	38,09	35,51	0,85	3,24	1,50	40,67	2,26	9,64	87,84	0,42	3,17	144,87	5,98	4,42	
V70	3,98	37,82	34,25	0,92	10,70	4,88	20,00	2,20	28,45	54,64	0,52	3,33	135,87	8,49	4,37	
V90	4,31	37,29	35,91	0,87	13,57	6,61	10,67	2,10	36,28	33,54	0,50	2,73	132,20	8,09	3,99	
Média	3,79	37,35	36,36	0,94	6,26	3,00	31,33	2,04	17,58	71,82	0,47	3,22	139,96	6,12	3,77	
C.V.	1,50	2,14	7,52	10,50	6,95	19,61	9,68	22,87	6,83	3,00	8,63	9,95	189	11,87	8,27	
Teste F	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	ns	*	**	**	**	**
R.L./R ²	**/86,56	-	-	-	**/89,76	**/82,56	**/83,38	*/13,11	**/88,25	**/85,86	-	*/37,69	**/32,52	**/82,74	**/50,22	
R.Q./R ²	**/94,42	-	-	-	**/93,70	**/91,88	**/91,36	**/47,14	**/93,93	**/95,88	-	ns	**/70,60	*/87,60	**/87,36	
Solo 2																
T	3,91	46,82	35,09	1,67	1,38	4,70	90,67	0,29	4,97	92,10	1,74	1,99	96,60	41,40	4,24	
V35	4,17	47,61	36,89	1,47	9,36	16,43	49,67	0,57	17,48	64,33	1,65	2,76	99,87	45,87	5,13	
V55	4,58	47,08	40,10	1,45	19,46	27,48	17,33	0,71	31,02	25,48	1,61	3,01	94,40	41,07	4,63	
V75	5,25	46,02	43,59	1,41	29,96	29,18	4,33	1,03	38,82	6,67	1,55	3,15	81,60	29,27	4,63	
V95	5,37	49,73	36,20	1,53	42,35	45,93	0,67	0,92	57,57	0,71	1,44	2,71	76,87	27,47	4,25	
Média	4,66	47,45	38,37	1,51	20,50	24,74	32,53	0,70	29,97	37,86	1,60	2,72	89,87	37,02	4,58	
C.V.	4,47	2,46	7,70	9,58	5,61	8,71	18,11	8,74	6,29	14,00	8,59	9,82	4,75	8,89	6,53	
Teste F	**	*	*	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	*	*
R.L./R ²	**/88,68	ns	ns	-	**/98,99	**/94,18	**/87,08	**/83,52	**/97,99	**/92,62	-	**/30,96	**/71,82	**/65,63	ns	
R.Q./R ²	ns	ns	*/41,26	-	**/99,57	ns	**/97,91	**/90,56	ns	**/97,23	-	**/72,25	ns	*/74,68	**/40,01	

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; R.L-regressão linear; R.Q-regressão quadrática. As equações estão apresentadas no Anexo - Tabelas 1 a 4.

4.3 PRODUÇÃO DE TECIDO VEGETAL

Os parâmetros obtidos diretamente, como: produção de matéria natural, produção de matéria seca, composição botânica, perfilhamento, área foliar, produção de raízes, assim como os indiretos: teores de matéria seca e relação folha:haste estão apresentados nas **Tabelas 36 a 54**. As **Figuras 50 a 53; 56 a 59; 65 a 68 e 68 a 71** mostram as forrageiras no momento do 1º e 3º corte. Observou-se que todos os parâmetros relativos à produção, independentemente da espécie ou do solo cultivado, tiveram seus valores acrescidos em suas magnitudes ao longo dos 3 cortes realizados, o que mostra a não limitação, pelo menos em espaço físico, para o crescimento das forrageiras até um terceiro corte, quando cultivadas nestas condições. Devido a estes parâmetros terem tido um comportamento bem individualizado entre as espécies, irá se apresentar os resultados obtidos isoladamente para cada espécie em cada solo e ao final da descrição dos resultados da última espécie a discussão será finalizada, agrupando-se os resultados semelhantes, e confrontando-os com a literatura. Os parâmetros, taxa de acúmulo diário total e taxa de acúmulo diário de folhas, também estão apresentados nas tabelas mencionadas acima, com o intuito de uma possível comparação apenas numérica entre as espécies e os solos, pois como é sabido, os mesmos têm delineamentos estatísticos independentes.

4.3.1 *E. POLYSTACHYA*

Esta espécie mostrou-se muito pouco responsiva à calagem, sendo que, das oito observações feitas referentes a MST, agrupando-se os dois tipos de solo, somente a MST produzida em todo experimento, cultivada no solo 2 foi significativamente afetada, revelando estatisticamente um modelo matemático linear crescente, porém os incrementos de produção foram pequenos em relação às doses crescentes de calcário, mostrando apenas 5,8 % de aumento entre o máximo produzido no tratamento V75 e a testemunha (**Figura 49**). Ao realizar-se um teste de comparação de médias, verificou-se que a produção do tratamento testemunha não diferiu estatisticamente do tratamento que

mais produziu. E ainda ao verificarmos o parâmetro MST+R, que engloba toda a produção de MS da parte aérea mais raízes o efeito significativo da calagem desaparece.

Por outro lado em 5 das 8 observações realizadas, foi verificado um efeito positivo da calagem na produção de MSF (1º corte no solo1, 2º corte no solo2, 3º corte no solo2, Produção Total no solo1 e solo2), apresentando um padrão linear em 4 das 5 vezes que este efeito foi verificado. Porém mais uma vez, ao consideramos a produção total (soma dos 3 cortes), apesar deste padrão linear de resposta, o incremento em produção de folhas para o solo 1 foi de apenas 9,39 % e para o solo 2 de 9,25% respectivamente para os tratamentos V70 e V75, quando comparados às testemunhas.

Figura 49- Produção de matéria seca total (parte aérea), somatório das médias dos 3 cortes, da *E. polystachya* cultivada no solo 2.

Apesar deste comportamento na produção de folhas, em nenhuma ocasião foi verificado efeito significativo na relação folha:haste. E somente em uma ocasião este efeito na produção de folhas foi acompanhado de resposta na área foliar (3º corte no solo 2), mostrando um crescimento linear com as doses de calcário, porém mostrando um modelo matemático que pouco explicou o fenômeno ($R^2 = 31,61\%$). O parâmetro número de perfilhos produzidos em ambos os solos também não foi afetado em nenhuma das observações.

Figura 50- *E. polystachya* no solo1, ao 1º Corte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 51- *E. polystachya* no solo2, ao 1º Corte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 52- *E. polystachya* no solo1, ao 3º Corte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 53- *E. polystachya* no solo2, ao 3º Corte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

4.3.2 *E. PYRAMIDALIS*

Esta espécie mostrou um comportamento bem diferenciado nos dois solos. Quando cultivada no solo2, no primeiro, segundo e na somatória dos três cortes não houve nenhum efeito benéfico significativo da calagem, havendo inclusive no terceiro corte, um efeito significativo negativo do calcário no parâmetro MNT, mostrando um modelo linear decrescente com o aumento das doses de calcário, que foi acompanhado numericamente pela MST, porém sem significância estatística e também sem interferir significativamente no TMS, apesar ter tido comportamento numericamente inverso.

Figura 54- Parâmetros MST, MSF e MSFE da *E. pyramidalis* no 3º corte quando cultivada no solo 1. V_{max} refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

No solo 1, os efeitos da calagem foram acentuado-se ao longo dos cortes, sendo que ao primeiro corte realizado, nenhum efeito foi verificado, porém já no segundo corte houve efeito significativo sobre MSF, explicado por um modelo matemático linear crescente e finalmente no último corte os efeitos foram generalizados em vários

parâmetros: MNT, MSFE, MSF, MST e AF, todos estes explicadas com modelos quadráticos (**Figura 54**).

Os efeitos da calagem surgidos no terceiro corte foram tão marcantes que influenciaram na somatória dos 3 cortes nos parâmetros MNT, MSF, MST e ainda na MSR, porém este último parâmetro teve um comportamento completamente inverso ao da parte aérea, de modo que o parâmetro MST+R não demonstrou efeito significativo, com isto conclui-se que as doses crescentes de calcário influenciaram a alocação de MS entre parte aérea e raízes, favorecendo a parte aérea (**Figura 55**).

Figura 55- Parâmetros MST, MSF, MSR e MST+R da *E. pyramidalis* na somatória das médias dos 3 cortes, quando cultivada no solo 1. V_{max} refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

Figura 56- *E. pyramidalis* no solo1, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 57- *E. pyramidalis* no solo2, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 58- *E. pyramidalis* no solo1, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 59- *E. pyramidalis* no solo2, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Esta distribuição de MS entre parte aérea e raízes, vem a confirmar a adaptação desta espécie a condições de acidez excessiva de solo, ou seja quando a planta teve a sua disposição maior disponibilidade de nutrientes, esta alocou mais fotoassimilados para a parte aérea, por outro lado, quando as condições de solo foram desfavoráveis do ponto de vista de disponibilidade e acidez, a mesma desenvolveu um sistema radicular mais vigoroso na tentativa de melhor extrair os nutrientes limitantes. Este resultado leva a crer que o nível crítico externo de cálcio para o desenvolvimento das raízes desta espécie deva ser bem baixo.

Apesar dos resultados apontados indicarem produções da parte aérea máximas em saturações próximas a 70 %, do ponto de vista agrônomo, onde mais importante que a produção máxima, deve-se sim buscar a rentabilidade máxima, visualiza-se pelo teste Tukey que a primeira dose de calcário utilizada (V30) já não difere em efeito produtivo das doses maiores, sendo que a maior produção alcançada (V70) foi apenas 6,3% superior a verificada no tratamento V30. Assim como para a *E. polystachya*, em nenhum momento foi verificado efeito significativo para o perfilhamento desta espécie.

Outro efeito importante observado para a *E. pyramidalis* quando cultivada no solo1 foi o efeito significativo no parâmetro TMS ocorrido no terceiro corte. Este efeito pode ser verificado visualmente na última semana antes do corte, pois as plantas das parcelas do tratamento testemunha apresentavam-se murchas nos horários mais quentes do dia entre 11h e 15h (**Figura 81**, no item teores de Ca). Este comportamento pode ser atribuído a uma deficiência de cálcio, visto que o mesmo está intimamente relacionado com o fechamento estomático (Karp, 1996), deficiências neste elemento poderão causar retardamento no mecanismo de fechamento estomático o que levará a uma condição de perda excessiva de água nas horas mais quentes do dia pelo vegetal.

4.3.3 B. MUTICA

Foi sem dúvida a espécie que mais se beneficiou da calagem e assim como a *E. pyramidalis* mostrou um comportamento bem diferenciado entre os dois solos utilizados. Cultivada no solo1, teve um comportamento bem semelhante a *E. pyramidalis*, quando

cultivada neste mesmo solo, ou seja, mostrou efeitos positivos da calagem, que formam acentuando-se ao longo dos corte. No primeiro corte, ocorreram efeitos significativos nos parâmetros MSFEE e MSF, porém nenhum modelo, linear ou quadrático foi significativo para explicar o fenômeno, sendo que numericamente o melhor tratamento para estes dois parâmetros foi o V30. No segundo corte a MNT obedeceu a um modelo matemático linear crescente. No terceiro e último corte, os efeitos foram generalizados em vários parâmetros: MNT, MSH, MST e AF, que apresentaram modelos quadráticos significativos com pontos de máxima e ainda tendo os parâmetros: MSF e MSFE explicados por modelos lineares crescentes, sendo que o comportamento de alguns destes podem ser visualizados na **Figura 60**, neste corte foi possível visualizar incrementos na MST de 52,4% para o tratamento V70 em relação à testemunha. E ainda neste mesmo corte foi verificado efeito significativo no perfilhamento.

Figura 60- Parâmetros MST, MSH e MSF da *B. mutica* no 3º corte, quando cultivada no solo 1. V_{max} refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

Os efeitos verificados no último corte acabaram por refletir na produção total dos 3 cortes nos parâmetros: MNT, MSF, MSH, MST e MST+R, todos estes explicados por equações quadráticas com ponto de máxima próximo a 70% de saturação por bases (**Figura 61**). Porém, mais uma vez lançou-se mão de um teste de comparação de média (Tukey), que mostrou assim como ocorrido para espécie *E. pyramidalis*, apenas diferença estatística entre a testemunha e os demais tratamentos, que foram igualmente superiores, com isto verifica-se não ser vantajoso para a produção desta espécie, quando cultivada no solo 1, saturações por bases acima de 30%. Tendo ocorrido um aumento numérico de apenas 10% entre o tratamento V30 e a máxima produção obtida (V70).

Figura 61- Parâmetros MST, MSH, MSF e MST+R da *B. mutica*, no somatório das médias dos 3 cortes, quando cultivada no solo 1. V_{max} refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

Na somatória dos 3 cortes, o parâmetro folha:haste foi reduzindo-se com as doses crescentes de calcário (**Figura 62**). Isto pode ser explicado, já que aumentos na produção total estiveram associados ao desenvolvimento de perfilhos visivelmente maiores (aumento de produção sem contudo existir reflexo significativo no número de perfilhos produzidos), mostrando um comportamento de maior elongação de haste (hastes mais longas e também com maior diâmetro), o que acaba por traduzir em uma pior relação folha:haste concomitante com os aumentos nas doses de calcário.

Figura 62- Realção folha:haste da *B. mutica* no 3º corte, quando cultivada no solo 1.

Cultivada no solo 2, a *Brachiaria mutica*, demonstrou um comportamento bem diferenciado das outras espécies, mostrando fortes efeitos benéficos da calagem já no 1º corte para todos os parâmetros, com exceção da RFH e do TMS (**Figura 63**), que praticamente desapareceram no segundo corte, mostrando apenas efeito no parâmetro NP. No terceiro corte houve novamente efeito significativo no parâmetro MST, porém com bem menor intensidade que o observado no 1º corte. E finalmente, na produção total existiu efeitos para os parâmetros MNT, MSF, MSH, MST, MSR e MST+R (**Figura 64**).

A possível explicação para o comportamento diferenciado desta espécie em relação às demais, quando cultivada no solo 2, ou seja, mostrando um grande efeito da calagem no primeiro corte (tratamento V75 produziu 161,2% a mais que a testemunha) e menor efeito nos cortes subsequentes, pode ser explicado pela menor capacidade desta espécie em lidar com grandes diferenças na relação Ca:Mg do solo, como é o caso do solo 2, aonde o Mg chega a estar em concentrações superiores a 6,8 vezes o teor de cálcio. Maiores discussões sobre esta possível causa serão traçadas na discussão dos resultados dos teores de Ca e Mg encontrados nas folhas, bem como a relação existente entre os mesmos, além da apresentação de sintomas de deficiência de cálcio.

Figura 63- Parâmetros MSF, MSH e MST da *B. mutica*, no 1º corte, quando cultivada no solo 1. V_{max} refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

Mas uma vez, apesar do modelo linear crescente explicar melhor muitos dos parâmetros da produção total (soma dos 3 cortes) no solo 2, os incrementos para MST foram pequenos com o aumento das doses de calcário (**Figura 64**). E ao analisar os dados com auxílio teste Tukey, novamente se verifica uma diferença estatística somente entre o tratamento testemunha que foi inferior aos demais, sendo os demais iguais entre si. Não sendo provavelmente, do ponto de vista econômico, vantajoso elevar a saturação de bases acima de 35%, já que acima deste valor o máximo que se conseguiu em aumento de produção foi de 6,2%.

Figura 64- Parâmetros MST, MSH, MSF, MSR e MST+R da *B. mutica*, somatório das médias dos 3 cortes, quando cultivada no solo 2. V_{max} -refere-se a saturação por bases correspondente ao ponto de máxima da curva.

Figura 65- *B. mutica* no solo1, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita. .

Figura 66- *B. mutica* no solo2, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 67- *B. mutica* no solo1, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita..

Figura 68- *B. mutica* no solo2, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Esta foi a única espécie que foi favorecida pela calagem, com aumentos numéricos crescentes na produção de raízes quando cultivada no solo1 e aumentos estatisticamente significativos no solo2, neste último, explicado por um reta crescente em função de doses crescentes de calcário (**Figura 64**). Isto demonstra claramente que esta espécie é mais sensível à acidez (Al e possivelmente Mn) e a deficiência de Ca no solo (ou ainda competição deste com outras bases) quando comparada às demais.

O parâmetro NP foi aparentemente (já que não houve confronto estatístico entre solos) influenciado pelo tipo de solo, já que no solo2 tivemos 3 ocorrências significativas, contra apenas uma no solo1 e com comportamento totalmente inverso. No solo 2 houve um maior número de perfilhos no tratamento testemunha, possivelmente devido a morte do meristema apical de muitos perfilhos causada pela deficiência de cálcio apresentada por esta espécie, quando cultivada neste solo (**Figura 80**, no item composição mineral - Ca), esta morte do meristema, quebra a dominância apical, e permite que gemas basilares saiam do estágio de dormência, produzindo novos perfilhos e assim causando maiores perfilhamento justamente nas parcelas com menor disponibilidade de Ca para a planta. De modo inverso no solo1 o tratamento testemunha teve um menor número significativos de perfilhos, possivelmente, associado a menor produção de MS em todos os parâmetros, ocorrido justamente no terceiro corte, onde o solo já se encontrava excessivamente acidificado, exaurido de Ca e Mg e ainda possuindo elevados teores de Al. Fotos e maiores discussões sobre estas deficiências e/ou toxidez serão apresentadas no item composição mineral.

4.3.4 B. HUMIDICOLA

Esta espécie apesar de pertencer ao mesmo gênero da *B. mutica* teve um comportamento completamente oposto, mostrando mais efeito negativos da calagem do que favoráveis. Quando cultivada no solo 2, teve como único efeito estatisticamente significativo ocorrido na área foliar medida no segundo corte, tendo apresentado decréscimos com as doses crescentes de calcário, resultado que foi acompanhado

numericamente com pelas MSFE, MSFEE e MSF, porém sem significância estatística. (Figura 65).

Figura 65- Área foliar da *B. humidicola* no 2º corte, quando cultivada no solo 2.

No solo1 a calagem foi prejudicial à produção no primeiro corte, mostrando para todos os parâmetros diretamente determinados reduções lineares (Figura 66). No segundo corte, os parâmetros MNT e MST tiveram um comportamento explicado por modelos quadráticos com pontos de máxima, contudo apesar da MST ter apresentado valor máximo de produção na saturação de 52,41%, teve um péssimo modelo para explicar tal comportamento ($R^2 = 19,93\%$).

E finalmente na somatória de todos os cortes, mostrou novamente efeitos significativos negativos para perfilhamento (Figura 67). Quanto ao desenvolvimento radicular foram observados decréscimos lineares para a MSR com o aumento das doses de calcário, sendo que a produção de raízes do tratamento testemunha foi quase o dobro daquela observada para o tratamento V90 (Figura 72). Fenômeno este que confirma, o já observado na espécie *E. pyramidalis*, ou seja, a grande capacidade que muitas forrageiras tropicais possuem em desenvolver sistema radicular abundante mesmo em condições ditas desfavoráveis para a maioria das espécies vegetais.

Figura 66- Produção da *B. humicicola* no 1º corte, quando cultivada no solo 1.

Figura 67- Número de perfilhos da *B. humicicola* na somatória dos 3 cortes, quando cultivada no solo 1.

Figura 68- *B. humidicola* no solo1, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 69- *B. humidicola* no solo2, ao 1ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 70- *B. humidicola* no solo1, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 71- *B. humidicola* no solo2, ao 3ºCorte. Saturações crescentes da esquerda p/ direita.

Figura 72- Produção de raízes da *B. humidicola*, quando cultivada no solo 1.

4.3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A PRODUÇÃO

O primeiro aspecto geral dos resultados obtidos para produção de matéria seca revela a clara diferença entre espécies quanto à exigência em necessidade de calagem, não sendo possível sequer agrupar espécies do mesmo gênero, com a mesma recomendação. Visto que a *B. mutica* foi a espécie que mais se beneficiou da calagem, ao contrário de *B. humidicola* que apesar de pertencer ao mesmo gênero, teve um comportamento completamente oposto, ou seja, na maioria das ocasiões foi prejudicada pelas crescentes doses de calcário empregadas.

Esta diferença entre espécies e até mesmo entre cultivares à condições de acidez do solo é amplamente reconhecida na literatura (Lotero et al., 1971; Spain & Andrew, 1976; Siquira, 1986; Premazzi, 1991; Mitidieri, 1995). Existindo na literatura inclusive algumas tentativas de classificação de forrageiras quanto à exigência em calagem (Siquira, 1986; Werner, 1986; Werner et al., 1996). Os padrões de resposta para

produção, encontrados neste experimento permitem classificar as espécies avaliadas na seguinte ordem crescente de tolerância à acidez do solo:

$$B. mutica < E. Pyramidalis < E. polystachya < B. humidicola$$

◦ Independente da espécie ou do solo, em todas as ocasiões em que a calagem se mostrou benéfica à produção total da parte aérea, tenha o fenômeno, sido explicado por modelos lineares ou quadráticos, em todas as ocasiões 90% ou mais da produção máxima alcançada pelas forrageiras foi obtida na primeira dosagem de calcário, ou seja, na saturação de 30% para o solo1 e 35% para o solo2. Estes resultados fortificam os já encontrados por vários autores, de que a calagem em muitas forrageiras esta intimamente relacionada ao fornecimento de Ca e Mg como nutriente (Sánchez, 1976; Werner et al., 1979; Siqueira, 1986; Humpreys, 1980, Mitidieri, 1995; Luz et al, 1998; Gonçalves et al., 2000).

Efeitos negativos da calagem que foram verificadas principalmente para a *B. humidicola* em algumas observações também tem sido amplamente relatado na literatura em estudo de várias outras espécies (Loterio et al., 1971; CIAT, 1987; Humpreys, 1980, Mitidieri, 1995).

A produção de raízes na maioria das observações não foi reduzida pela acidez excessiva do solo, concordando com os resultados obtidos por Goedert et al., 1985; Premazzi, 1991 e Mitidieri, 1995. Tendo é claro assim como ocorrido na parte aérea um comportamento diferenciado entre as espécies, sendo novamente a *B. humidicola* mais tolerante a acidez e a *B. mutica* a mais sensível. E finalmente outro aspecto que deve ser considerado é a relação Ca/Mg do solo, que será discutida adiante como fator importante para a nutrição de cálcio pela planta e que possivelmente foi responsável por efeitos no perfilhamento e possivelmente também na produção de matéria seca total.

Tabela 36- Produção do 1º corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	-	%
Solo 1											
T	44,0	99,18	6,60	2,69	9,28	2,87	12,27	100,0	0,36	3,25	12,37
V30	44,7	114,34	7,25	3,14	10,39	3,23	13,66	111,3	0,40	3,25	11,97
V50	47,0	115,99	7,51	2,95	10,45	3,39	13,87	113,0	0,41	3,12	11,97
V70	49,0	117,04	7,68	2,91	10,58	3,20	13,81	112,6	0,41	3,36	11,80
V90	49,7	117,78	7,21	3,08	10,28	3,11	13,40	109,2	0,39	3,35	11,39
Média	47,4	112,87	7,25	2,95	10,20	3,16	13,40	-	0,39	3,27	11,90
C.V.	4,11	6,00	4,71	10,96	4,13	13,70	4,90	-	4,90	13,80	3,56
Teste F	ns	*	*	ns	*	ns	ns	-	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	**/46,80	*/25,55	-	*/28,55	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	ns	*/61,27	-	*/60,53	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	101,22400+ 0,232867v	6,126845+ 0,049857v- 0,000416v ²	-	8,81652+ 0,060014v- 0,00049v ²	-	-	-	-	-	-
Solo 2											
T	57,7	152,36	7,02	4,30	11,33	5,79	17,31	100,0	0,54	1,97	11,36
V35	59,0	154,58	7,25	4,23	11,48	5,40	16,98	98,1	0,53	2,17	10,95
V55	63,0	148,20	7,39	4,48	11,86	5,41	17,40	100,6	0,54	2,19	11,74
V75	53,3	151,27	8,14	4,24	12,38	5,50	17,97	103,8	0,56	2,27	11,87
V95	57,7	159,95	7,74	4,32	12,05	5,97	18,14	104,8	0,57	2,07	11,34
Média	58,1	153,27	7,51	4,31	11,82	5,61	17,56	-	0,55	2,13	11,45
C.V.	12,21	12,39	13,85	9,57	10,43	19,69	13,49	-	13,49	10,66	3,41
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 37- Produção do 2º corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.				Gramas			%	g/d	cm ²	-	%
Solo 1												
T	45,3	189,5	9,90	9,53	19,44	12,57	32,56	100,0	1,48	4247,0	1,56	17,19
V30	43,3	181,6	11,09	9,06	20,15	10,43	30,89	94,9	1,40	4171,6	1,94	17,01
V50	47,0	197,9	12,07	8,32	20,39	12,26	33,03	101,4	1,50	4352,6	1,68	16,70
V70	45,3	189,3	12,17	8,74	20,91	11,60	32,74	100,6	1,49	4456,7	1,81	17,34
V90	48,3	215,3	12,87	8,28	21,15	13,17	34,77	106,8	1,58	4560,3	1,63	16,19
Média	45,8	194,7	11,62	8,79	20,41	12,01	32,80	-	1,49	4357,6	1,72	16,89
C.V.	4,06	6,68	7,53	11,41	3,59	11,69	4,74	-	4,74	5,52	11,04	4,18
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solo 2												
T	52,0	280,7	13,04	10,32	23,37	16,72	40,26	100,0	1,83	5438,5	1,42	14,34
V35	52,0	300,2	14,52	8,63	23,16	18,74	42,11	102,2	1,91	5944,8	1,26	14,14
V55	54,7	300,5	13,59	10,42	24,00	18,42	42,57	105,9	1,93	6703,0	1,31	14,19
V75	49,3	305,9	14,70	11,04	25,75	19,57	45,55	118,7	2,07	6102,8	1,33	14,89
V95	50,0	302,0	13,58	12,20	25,78	19,10	45,09	109,9	2,05	6205,4	1,35	14,94
Média	51,6	297,9	13,89	10,52	24,41	18,51	43,12	-	5,07	6078,9	1,33	14,50
C.V.	10,02	7,63	7,89	15,10	3,67	12,31	5,07	-	5,07	11,76	14,40	5,12
Teste F	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	-	-	-	**/60,00	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	-	-	-	ns	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	22,3711+	-	-	-	-	-	-	-
					0,03708v							

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 38- Produção do 3º corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.			gramas				%	g/d	cm ²	-	%
Solo 1												
T	57,0	562,0	19,66	12,76	32,42	57,17	90,47	100,0	3,77	7152,3	0,58	16,09
V30	60,3	601,0	17,78	13,92	33,70	55,46	90,67	100,2	3,78	7323,9	0,61	15,28
V50	61,7	550,2	20,89	13,65	34,54	53,29	88,69	98,0	3,70	7873,7	0,65	16,16
V70	56,7	562,4	22,64	12,74	35,38	54,92	91,06	100,6	3,79	7696,5	0,64	16,19
V90	60,3	614,8	22,44	13,01	35,45	62,31	98,72	109,1	4,11	7688,2	0,58	16,06
Média	59,2	578,1	20,68	13,22	34,30	56,63	91,92	-	3,83	7546,9	0,61	15,96
C.V.	5,25	8,58	7,64	8,33	4,64	9,81	5,87	-	5,87	8,52	11,43	7,02
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solo 2												
T	59,0	677,1	21,84	12,52	34,36	61,75	96,19	100,0	4,01	7873,5	0,56	14,24
V35	66,7	643,4	21,13	12,94	34,07	59,80	94,08	102,2	3,92	7890,5	0,57	14,62
V55	59,7	717,5	22,17	14,22	36,39	64,05	100,52	105,9	4,19	8831,3	0,57	14,03
V75	58,7	725,6	23,80	13,52	37,32	65,37	102,78	118,7	4,28	9345,2	0,57	14,17
V95	59,7	693,8	22,91	12,97	35,89	64,70	100,73	109,9	4,20	8549,9	0,56	14,53
Média	60,8	691,5	22,37	13,23	35,61	63,13	98,86	-	4,12	8498,1	0,57	14,32
C.V.	6,84	5,34	5,05	8,09	3,29	6,35	3,87	-	3,87	6,12	8,43	4,18
Teste F	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	-	ns	*	ns	ns
Reg.L. /R ²	-	-	-	-	*/32,78	-	-	-	-	*/31,61	-	-
Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	ns	-	-	-	-	ns	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	33,8719+	-	-	-	-	7725,99+	-	-
					0,03151v					14,0374v		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;
- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 39- Produção Total (somatório dos 3 cortes) - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

NP	MNT	MSF	MSH	MST	MSR	MST+R	MSTR	TA		TAF	RFH
								Unid.	g/d		
Solo 1											
T	146,3	850,7	61,14	72,61	168,01	66,02	234,03	100,0	2,10	0,76	0,85
V30	148,3	897,0	64,24	69,12	168,74	76,17	244,91	100,4	2,11	0,80	0,93
V50	155,7	864,1	65,38	68,95	169,67	71,95	241,62	101,0	2,12	0,82	0,95
V70	151,0	868,7	66,88	69,71	174,29	81,75	256,04	103,7	2,18	0,84	0,96
V90	158,3	947,8	66,88	78,56	181,25	82,57	263,82	107,9	2,27	0,84	0,86
Média	151,9	885,7	64,90	71,79	172,39	75,69	248,08	-	2,16	0,81	0,91
C.V.	3,16	5,92	2,76	8,06	3,59	11,30	4,42	-	3,59	2,76	8,38
Teste F	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-	ns	*	ns
Reg.L. /R ²	-	-	**/59,71	-	-	-	-	-	-	**/59,61	-
Reg.Q. /R ²	-	-	ns	-	-	-	-	-	-	ns	-
Equação #	-	-	61,39000+ 0,07033v	-	-	-	-	-	-	0,76722+ 0,00088v	-
Solo 2											
T	168,7	1110,2	69,05	84,26	190,07 ab	65,70	255,77	100,0	2,44	0,89	0,82
V35	177,7	1098,1	68,71	83,94	187,00 b	59,79	246,79	98,4	2,40	0,88	0,82
V55	177,3	1166,3	72,26	87,88	196,10 ab	59,53	255,62	103,2	2,51	0,93	0,82
V75	161,3	1182,8	75,44	90,43	201,07 a	71,95	273,04	105,8	2,58	0,97	0,83
V95	167,3	1155,8	73,72	89,77	199,13 ab	52,78	251,91	104,8	2,55	0,95	0,83
Média	170,5	1142,6	71,84	87,26	194,67	61,95	256,63	-	2,50	0,92	0,82
C.V.	5,88	4,76	2,22	4,87	1,81	8,75	2,29	-	1,81	2,22	6,01
Teste F	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	-	**	**	ns
Reg.L. /R ²	-	-	**/67,40	-	**/56,19	-	-	-	**/56,28	**/67,71	-
Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação #	-	-	67,39667+ 0,080667v	-	185,8183+ 0,16100v	-	-	-	2,38224+ 0,002065v	0,864295+ 0,001031v	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 1%;
- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 40- Produção do 1º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	-	%
Solo 1											
T	93,7	91,27	7,95	2,75	10,70	2,49	13,19	100,0	0,32	4,41	14,37
V30	86,0	109,07	7,21	3,38	10,58	3,59	14,17	107,5	0,35	3,00	12,99
V50	102,0	100,38	6,92	3,12	10,04	2,72	12,76	96,7	0,31	3,72	12,72
V70	93,0	95,94	6,58	3,02	9,60	2,74	12,34	93,6	0,30	3,54	12,80
V90	85,0	85,92	6,23	2,44	8,68	2,45	11,15	84,6	0,27	3,52	12,87
Média	91,9	96,52	6,98	2,94	9,92	2,80	12,72	-	0,31	3,64	13,15
C.V.	18,04	19,26	24,61	17,85	22,26	25,11	22,35	-	22,35	13,44	5,35
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns
Reg.L./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solo 2											
T	108,7	101,25	8,29	3,25	11,54	3,71	15,26	100,0	0,45	3,12	15,05
V35	99,3	92,73	7,62	2,94	10,56	3,15	13,71	89,9	0,40	3,39	14,83
V55	116,0	100,66	8,93	3,02	11,95	3,25	15,20	99,7	0,45	3,68	15,11
V75	120,7	110,25	8,63	3,46	12,09	3,79	15,88	104,1	0,47	3,22	14,48
V95	111,7	117,13	8,02	3,45	11,48	3,90	15,38	100,8	0,45	3,05	13,13
Média	111,3	104,40	8,30	3,22	11,52	3,56	15,09	-	0,44	3,29	14,52
C.V.	16,79	10,73	8,03	16,95	9,05	17,89	10,31	-	10,31	11,86	6,62
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns
Reg.L./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 41- Produção do 2º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	cm²	-	%
Solo 1												
T	164,0	126,3	14,82	5,72	20,54	2,81	23,43	100,0	0,98	4212,7	8,06	18,56
V30	176,7	143,5	14,69	6,01	20,70	2,66	23,49	100,3	0,98	4603,1	8,24	16,52
V50	170,7	138,2	14,93	6,79	21,72	3,12	24,95	106,5	1,04	4819,2	7,48	18,15
V70	173,7	160,2	14,90	7,61	22,51	3,43	26,19	111,8	1,09	5063,3	6,59	16,42
V90	180,0	156,3	15,20	7,43	22,63	2,78	26,65	109,5	1,07	5111,3	8,35	16,49
Média	173,0	144,9	14,91	6,71	21,62	2,96	24,94	-	1,03	4761,9	7,74	17,23
C.V.	3,66	9,94	4,34	14,70	2,75	26,39	5,18	-	5,18	9,62	28,57	8,67
Teste F	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R²	-	-	-	-	**/71,61	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R²	-	-	-	-	ns	-	-	-	-	-	-	-
Equação#	-	-	-	-	20,1228+	-	-	-	-	-	-	-
Solo 2												
T	167,7	176,9	18,08	8,64	26,71	5,39	33,01	100,0	1,22	5347,0	5,48	18,63
V35	166,0	166,8	17,22	8,65	25,86	4,26	30,66	92,9	1,14	5346,7	6,16	18,37
V55	168,0	188,7	18,63	8,59	27,22	5,03	32,80	99,4	1,21	5748,6	5,70	17,41
V75	169,7	183,0	18,32	8,68	27,00	4,99	32,37	98,1	1,20	5684,3	5,74	17,70
V95	167,0	183,0	18,12	9,24	27,37	4,76	32,70	99,1	1,21	5583,1	6,15	17,96
Média	167,7	179,7	18,07	8,76	26,83	4,89	32,31	-	1,20	5541,9	5,85	18,01
C.V.	5,64	9,33	3,50	11,69	5,20	32,39	9,67	-	9,67	5,00	28,00	5,93
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 42- Produção do 3º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	cm ²	-	%
Solo 1												
T	180,0	203,6	14,18	12,51	26,69	8,67	35,37	100,0	1,61	4978,6	3,09	17,37
V30	201,7	246,2	18,66	11,88	30,54	10,41	40,99	115,9	1,86	5815,2	2,95	16,68
V50	200,7	273,6	21,15	12,48	33,62	11,60	45,29	128,0	2,06	6550,9	2,90	16,57
V70	180,3	278,7	21,07	12,97	34,03	10,77	44,90	126,9	2,04	6782,9	3,19	16,12
V90	188,3	287,5	21,37	13,26	34,63	11,38	46,09	130,3	2,09	6588,0	3,11	16,03
Média	190,2	257,9	19,29	12,62	31,90	10,57	42,53	-	1,93	6143,1	3,05	16,55
C.V.	6,96	4,30	5,29	8,67	2,19	11,58	3,56	-	3,56	5,50	10,50	2,87
Teste F	ns	**	**	ns	**	ns	**	-	**	**	ns	*
Reg.L./R ²	-	**/79,44	**/68,93	-	**/82,34	-	**/73,70	-	**/73,70	**/66,96	-	**/55,59
Reg.Q./R ²	-	**/90,87	**/89,70	-	**/95,50	-	**/88,75	-	**/88,75	**/84,95	-	ns
Equação [#]	-	180,566+ 2,6060v- 0,0161v ²	11,7779+ 0,2786v- 0,0020v ²	-	24,2786+ 0,2606v- 0,0016v ²	-	32,0798+ 0,3686v- 0,0024v ²	-	1,85403+ 0,0420v- 0,0003v ²	4317,34+ 66,768v- 0,4584v ²	-	17,3767- 0,00016v
Solo 2												
T	211,7	464,2	20,57	17,26	37,83	19,11	57,04	100,0	3,00	4381,0	1,98	12,30
V35	210,3	471,4	18,83	19,20	38,02	17,89	55,93	98,1	2,94	4401,9	2,13	11,87
V55	203,3	465,5	20,65	17,53	38,19	17,61	55,86	97,9	2,94	4480,8	2,17	12,02
V75	213,7	419,1	17,89	19,29	37,19	17,45	54,67	95,9	2,88	4510,9	2,14	13,03
V95	228,0	417,0	19,67	18,17	37,84	17,11	55,07	96,6	2,90	4397,3	2,22	13,22
Média	213,4	447,4	19,52	18,29	37,81	17,83	55,71	-	2,93	4434,4	2,13	12,49
C.V.	5,96	5,15	12,24	16,27	5,97	7,56	6,32	-	6,32	14,50	4,10	5,29
Teste F	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	**/45,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	487,803- 0,73350v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 43- Produção Total (somatório dos 3 cortes) - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSF	MSH	MST	MSR	MST+R	MSTR	TA	TAF	RFH
	Unid.							%			
	gramas										
	Solo 1										
T	437,7	421,2	57,93	13,97	94,14	b	96,12	190,26	100,0	1,08	0,67
V30	464,3	498,7	61,83	16,66	103,94	ab	69,97	173,91	110,4	1,19	0,71
V50	473,3	512,1	65,38	17,44	109,59	a	65,51	175,10	116,4	1,26	0,75
V70	447,0	534,8	66,15	16,94	110,14	a	59,80	169,93	117,0	1,27	0,76
V90	453,3	529,7	65,94	16,66	109,85	a	65,69	175,54	116,7	1,26	0,76
Média	455,1	499,3	63,45	16,33	105,53		71,42	176,95	-	1,21	0,73
C.V.	5,16	2,16	3,24	9,10	3,64		14,59	7,22	-	3,64	3,24
Teste F	ns	**	**	ns	**		*	ns	-	**	**
Reg.L. / R ²	-	**/72,43	**/64,21	-	**/59,42	**/42,87		-	-	**/59,42	**/64,21
Reg.Q. / R ²	-	**/92,13	*/77,66	-	*/78,70	**/66,84		-	-	*/78,71	*/77,71
Equação [#]	-	388,6658+	55,01893+	-	88,43619+	108,24707-		-	-	1,01667+	0,63249+
		4,053095v-	0,298857v-	-	0,640381v-	1,477157+		-	-	0,00735v-	0,00342v-
		0,027881v ²	0,001970v ²	-	0,00452v ²	0,01122v ²		-	-	0,00005v ²	0,00002v ²
	Solo 2										
T	488,0	742,4	76,08	28,22	132,36		82,49	214,85	100,0	1,65	0,95
V35	475,7	731,0	74,45	25,31	129,58		89,95	219,53	97,9	1,62	0,93
V55	487,3	754,9	76,36	25,88	130,37		87,46	217,83	98,5	1,63	0,97
V75	504,0	712,4	76,28	26,22	131,96		92,26	224,22	99,7	1,65	0,95
V95	506,7	717,1	76,68	25,77	131,84		94,34	226,18	99,6	1,65	0,96
Média	492,3	731,6	75,97	26,28	131,22		89,30	220,52	-	1,64	0,95
C.V.	6,03	3,82	3,82	6,59	6,85		13,41	4,22	-	6,85	3,82
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns	-	ns	ns
Reg.L. / R ²	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Reg.Q. / R ²	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 44- Produção do 1º corte - *B. mutica* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	-	%
Solo 1											
T	44,7	126,10	5,53	0,93	6,46	10,90	17,36	100,0	0,48	0,59	13,90
V30	49,0	125,71	6,06	1,29	7,35	10,84	18,19	104,8	0,51	0,68	14,45
V50	48,7	125,24	5,71	1,00	6,70	11,08	17,78	102,4	0,49	0,61	14,21
V70	50,0	130,06	5,01	0,85	5,86	10,15	16,01	92,3	0,44	0,59	12,29
V90	46,3	133,86	5,57	0,97	6,54	10,88	17,42	100,3	0,48	0,60	13,00
Média	47,7	128,19	5,58	1,01	6,58	10,77	17,35	-	0,48	0,61	13,57
C.V.	11,47	8,73	7,24	12,36	5,96	13,33	9,95	-	9,95	10,48	8,25
Teste F	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	-	ns	ns	ns
Reg.L./R²	-	-	-	ns	ns	-	-	-	-	-	-
Reg.Q./R²	-	-	-	ns	ns	-	-	-	-	-	-
Equação #	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Solo 2											
T	80,3 a	73,65	2,99	0,64	3,63	6,04	9,67	100,0	0,28	0,61	13,13
V35	55,7 b	118,21	5,05	0,86	5,91	9,62	15,54	160,7	0,46	0,62	13,19
V55	63,0 ab	128,81	6,24	1,04	7,28	12,01	19,29	199,5	0,57	0,62	14,95
V75	74,0 ab	164,51	7,55	1,36	8,91	16,25	25,25	261,2	0,74	0,55	15,31
V95	63,7 ab	163,98	7,36	1,19	8,55	14,52	23,07	238,6	0,68	0,59	14,23
Média	67,3	129,83	5,84	1,02	6,86	11,69	18,56	-	0,55	0,60	14,16
C.V.	12,43	11,05	10,25	15,94	9,33	17,12	13,73	-	13,73	12,27	10,59
Teste F	*	**	**	**	**	**	**	-	**	ns	ns
Reg.L./R²	ns	**/81,15	**/82,45	**/62,95	**/82,70	**/70,96	**/75,98	-	**/75,98	-	-
Reg.Q./R²	ns	ns	**/91,32	ns	**/91,72	ns	*/83,83	-	*/83,83	-	-
Equação #	-	67,4208+ 1,134750v	0,32382+ 0,02072v- 0,00012v²	0,58208+ 0,16273v- 0,007950v	1,33402+ 0,16273v- 0,0090v²	5,19525+ 0,118050v	3,00512+ 0,45542v- 0,00248v²	-	0,08839+ 0,01339v- 0,00007v²	-	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;
- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 45- Produção do 2° corte - *B. mutica* (média de 3 repetições)

	NP	gramas										TA	AF	RFH	TMS
		MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	%						
Unid.															
Solo 1															
T	73,3	229,7	12,46	3,64	16,10	32,13	48,33	100,0	2,01	3752,3	0,51	21,14			
V30	82,3	253,0	14,48	3,88	18,36	31,02	49,42	102,2	2,06	4339,3	0,59	19,58			
V50	74,0	266,7	13,64	4,66	18,29	32,81	51,16	105,9	2,13	4338,0	0,56	19,18			
V70	79,3	300,1	14,84	4,14	18,98	38,17	57,35	118,7	2,39	4568,3	0,50	19,14			
V90	77,3	282,3	13,88	4,04	17,91	35,12	53,11	109,9	2,21	4293,9	0,51	18,84			
Média	77,2	266,4	13,86	4,07	17,93	33,85	51,87	-	2,16	4258,4	0,53	19,58			
C.V.	11,00	7,77	6,52	16,56	6,54	8,76	7,36	-	7,36	8,17	7,45	7,93			
Teste F	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns			
Reg.L. /R ²	-	**/53,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Reg.Q. /R ²	-	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Equação [#]	-	228,300+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		0,76133v													
Solo 2															
T	129,0	379,6	13,95	3,44	17,39	42,76	60,45	100,0	2,52	4461,8	0,41	15,95			
V35	75,3	364,9	14,30	2,97	17,27	46,76	64,21	106,2	2,68	4365,2	0,37	17,66			
V55	76,3	373,2	14,95	4,41	19,36	45,49	65,02	107,6	2,71	4672,4	0,43	17,42			
V75	96,3	356,1	15,00	3,23	18,23	43,47	61,76	102,2	2,57	4668,6	0,42	17,46			
V95	86,7	370,9	15,70	3,37	19,06	45,05	64,30	106,4	2,68	4919,0	0,42	17,35			
Média	92,7	368,9	14,78	3,48	18,26	44,71	63,15	-	2,63	4617,4	0,41	17,17			
C.V.	13,80	6,95	5,71	14,81	5,27	6,48	5,21	-	5,21	6,71	7,01	7,19			
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns			
Reg.L. /R ²	*/16,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Reg.Q. /R ²	**/49,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Equação [#]	152,755-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	2,4201v+														
	0,0191v ²														

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 46- Produção do 3º corte - *B. mutica* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.				gramas			%	g/d	cm ²	-	%
Solo 1												
T	121,7	257,4	15,19	3,06	18,25	29,28	47,96	100,0	2,18	4520,1	0,63	18,67
V30	134,0	359,5	17,19	3,94	21,13	44,92	66,21	138,0	3,01	5557,5	0,47	18,41
V50	138,0	384,6	18,81	4,25	23,06	45,70	69,05	144,0	3,14	6298,5	0,50	17,99
V70	135,0	383,6	18,96	4,14	23,09	49,68	73,09	152,4	3,32	6339,3	0,57	19,04
V90	138,7	393,9	18,84	4,70	23,55	48,89	72,78	151,7	3,31	6559,9	0,48	18,48
Média	133,2	355,8	17,80	4,02	21,82	43,69	65,82	-	2,99	5855,1	0,53	18,52
C.V.	3,01	8,30	7,16	20,99	8,19	8,56	8,19	-	8,19	13,43	5,57	2,89
Teste F	**	**	*	ns	*	**	**	-	**	**	**	ns
Reg.L./R ²	**/50,36	**/56,41	**/51,32	-	**/52,54	**/59,93	**/60,53	-	**/60,53	**/71,53	**/43,97	-
Reg.Q./R ²	*/67,75	**/76,47	ns	-	ns	**/79,39	*/77,99	-	*/77,99	*/83,31	**/68,79	-
Equação #	117,329+ 0,06095v- 0,0044v ²	217,814+ 5,2315v- 0,0375v ²	15,5305+ 0,04535v	-	18,6760+ 0,06280v	23,6964+ 0,7495v- 0,0053v ²	40,7888+ 0,9238v- 0,0064v ²	-	1,85403+ 0,0420v- 0,0003v ²	3931,29+ 65,980v- 0,4167v ²	0,66595- 0,0063v+ 0,00005v ²	-
Solo 2												
T	139,7	533,4	19,38	6,70	26,08	62,64	89,05	100,0	4,05	6974,5	0,42	16,71
V35	129,0	558,0	19,72	6,23	25,94	65,56	92,00	103,3	4,18	7161,4	0,40	16,53
V55	133,7	556,7	20,23	6,13	26,36	64,50	91,17	102,4	4,14	7037,6	0,41	16,59
V75	139,3	561,9	20,64	6,78	27,42	66,18	93,89	105,4	4,27	7521,2	0,41	16,73
V95	156,3	556,4	20,88	6,52	27,40	68,24	96,15	108,0	4,37	7397,0	0,40	17,31
Média	139,6	553,3	20,17	6,47	26,64	65,42	92,45	103,82	-	7218,3	0,41	16,77
C.V.	7,35	4,79	4,78	10,85	3,72	3,62	2,54	-	2,54	6,32	5,45	5,02
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	*	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	-	-	-	-	-	-	**/54,38	-	**/54,38	-	-	-
Reg.Q./R ²	-	-	-	-	-	-	ns	-	ns	-	-	-
Equação #	-	-	-	-	-	-	88,0284+ 0,08042v	-	4,00129+ 0,00366v	-	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 47- Produção Total (somatório dos 3 cortes) - *B. mutica* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSF	MSH	MST	MSR	MST+R	MSTR	TA	TAF	RFH
	Unid.	gramas					%		g/d		
Solo 1											
T	239,7	613,2	40,81	72,31	128,08	34,62	162,70	100,0	1,56	0,50	0,57
V30	265,3	738,2	46,83	86,79	149,05	48,28	197,33	116,4	1,82	0,57	0,54
V50	260,7	776,6	48,06	89,59	153,17	48,59	201,76	119,6	1,87	0,59	0,54
V70	264,3	813,8	47,94	97,99	161,83	47,80	209,63	126,4	1,97	0,58	0,49
V90	262,3	810,0	48,00	94,89	158,38	52,20	210,58	123,7	1,93	0,59	0,51
Média	258,5	750,4	46,33	88,31	150,10	46,30	196,40	-	1,83	0,57	0,53
C.V.	4,17	3,66	4,69	4,89	4,13	15,48	5,71	-	4,13	4,69	4,43
Teste F	ns	**	**	**	**	ns	**	-	**	**	*
Reg.L. / R ²	-	**/74,02	**/43,82	**/69,30	**/64,90	-	**/59,54	-	**/64,90	**/43,82	**/53,25
Reg.Q. / R ²	-	**/90,11	*/66,63	**/82,91	**/81,82	-	*/74,41	-	**/81,78	*/66,63	ns
Equação [#]	-	554,4052+ 6,97081v- -0,04624v ²	38,45441+ 0,313810v- 0,002363v ²	65,24625+ 0,809767v- 0,005279v ²	118,3118+ 1,157819v- 0,007909v ²	-	149,9821+ 1,681610v- 0,011413v ²	-	1,44285+ 0,0141v- 0,0001v ²	0,4686+ 0,0038v- 0,00003v ²	0,5699- 0,0008v
Solo 2											
T	349,0	986,7	47,10	101,44	175,28	23,56	198,85	100,0	2,19	0,59	0,42
V35	260,0	1041,2	49,12	121,94	189,01	28,83	217,84	107,8	2,36	0,61	0,40
V55	273,0	1058,7	53,00	122,01	190,65	37,26	227,91	108,8	2,38	0,66	0,43
V75	309,7	1082,5	54,57	125,91	196,15	33,38	229,53	111,9	2,45	0,68	0,43
V95	306,7	1091,3	55,02	127,82	199,75	32,16	231,92	114,0	2,50	0,69	0,43
Média	299,7	1052,1	51,76	119,82	190,17	31,04	221,21	-	2,38	0,65	0,42
C.V.	9,23	3,55	3,38	3,88	3,12	9,98	3,41	-	3,12	3,38	4,30
Teste F	*	*	**	*	**	**	**	-	**	**	ns
Reg.L. / R ²	ns	**/54,26	**/76,91	**/57,38	**/69,36	**/34,22	**/65,16	-	**/69,36	**/76,91	-
Reg.Q. / R ²	**/38,51	ns	ns	ns	ns	**/67,24	*/78,49	-	ns	ns	-
Equação [#]	387,0342- 4,01845v+ 0,03494v ²	983,1816+ 1,252333v 0,03494v ²	45,91833+ 0,106333v	111,7256+ 0,183583v	174,7473+ 0,280400v	15,01894+ 0,60509v- 0,004512v ²	183,255+ 1,20737v- 0,00744v ²	-	2,1844+ 0,0035v	0,5739+ 0,0013v	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 48- Produção do 1º corte - *B. humidicola* (média de 3 repetições)

	NP	Unid.		gramas							MSTR	TA	RFH	TMS
		MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	%						
Solo 1														
T	112,3	148,10	5,80	1,03	6,83	11,66	18,49	100,0	0,47	0,59	12,47			
V30	115,0	147,04	5,94	1,29	7,24	12,00	19,24	104,1	0,49	0,61	13,02			
V50	97,3	112,44	4,65	0,98	5,64	8,86	14,50	78,4	0,37	0,64	12,90			
V70	95,0	111,28	4,64	0,93	5,57	8,32	13,89	75,1	0,36	0,67	12,48			
V90	82,0	96,76	3,94	0,85	4,79	7,45	12,24	66,2	0,31	0,65	12,65			
Média	100,3	123,12	4,99	1,02	6,01	9,66	15,67	-	0,40	0,63	12,70			
C.V.	9,97	12,24	12,61	13,91	11,59	19,26	16,08	-	16,08	9,26	6,27			
Teste F	*	**	*	*	**	*	*	-	*	ns	ns			
Reg.L. /R ²	*/61,02	**/66,02	**/59,75	*/29,08	**/58,83	**/51,65	**/54,74	-	**/54,74	-	-			
Reg.Q. /R ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-			
Equação #	120,50- 0,4033v	157,733- 0,692183v	6,25133- 0,025133v	1,19817- 0,003617v	7,44950- 0,060467v	12,68400- 0,060467v	20,13350- 0,89217v	-	0,516235- 0,002287v	-	-			
Solo 2														
T	101,0	106,16	3,93	1,05	4,98	9,26	14,24	100,0	0,44	0,54	13,46			
V35	109,3	112,02	4,56	1,13	5,69	9,85	15,55	109,2	0,49	0,59	13,82			
V55	110,3	101,53	4,50	1,09	5,59	8,76	14,35	100,8	0,45	0,64	14,13			
V75	131,3	134,02	5,44	1,40	6,84	11,26	18,10	127,2	0,57	0,62	13,55			
V95	128,0	134,94	5,33	1,26	6,59	11,76	18,35	128,9	0,57	0,56	13,61			
Média	116,0	117,73	4,75	1,19	5,94	10,18	16,12	-	0,50	0,59	13,71			
C.V.	14,81	17,17	14,28	16,08	12,68	20,01	17,13	-	17,13	8,99	4,85			
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns			
Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Equação #	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;
- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 49- Produção do 2º corte - *B. humicola* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS
	Unid.				Gramas			%	g/d	cm ²	-	%
Solo 1												
T	198,7 ab	244,4	11,53	2,85	14,38	27,13	41,77	100,0	1,61	3062,7	0,53	17,09
V30	236,3 a	279,3	13,00	3,62	16,62	32,27	49,27	118,0	1,90	3549,2	0,52	17,72
V50	193,7 b	280,9	12,59	3,10	15,68	31,41	47,29	113,2	1,82	3467,3	0,50	16,84
V70	196,0 b	285,8	11,76	2,87	14,63	28,46	43,27	103,6	1,66	3616,7	0,52	15,15
V90	198,7 ab	280,6	12,38	2,72	15,10	30,43	45,80	109,6	1,76	3429,6	0,50	16,33
Média	204,7	274,2	12,25	3,03	15,28	29,94	45,48	-	1,75	3425,1	0,51	16,63
C.V.	7,03	5,52	5,02	20,03	5,58	6,00	5,00	-	5,00	6,44	6,41	5,72
Teste F	*	*	ns	ns	ns	*	*	-	ns	ns	ns	ns
Reg.L./R ²	ns	*/36,88	-	-	-	ns	ns	-	-	-	-	-
Reg.Q./R ²	ns	*/57,71	-	-	-	ns	*/19,92	-	-	-	-	-
Equação [#]	-	219,726+	-	-	-	-	41,3257+	-	-	-	-	-
		2,1423v-	-	-	-	-	0,2244v-	-	-	-	-	-
		0,0163v ²	-	-	-	-	0,0021v ²	-	-	-	-	-
Solo 2												
T	214,0	330,9	13,27	3,26	16,53	39,32	55,93	100,0	2,15	3924,3	0,43	16,91
V35	226,3	320,0	12,15	3,56	15,71	34,29	50,03	89,5	1,92	3829,2	0,46	15,65
V55	217,7	279,5	11,19	3,44	14,63	30,03	44,76	80,0	1,72	3365,7	0,49	16,03
V75	234,0	280,8	11,44	3,10	14,54	32,79	47,39	84,7	1,82	3378,7	0,44	16,81
V95	211,7	266,0	10,81	2,70	13,51	31,51	45,05	80,5	1,73	3191,2	0,43	16,90
Média	220,7	295,4	11,77	3,21	14,98	33,59	48,63	-	1,87	3537,8	0,45	16,46
C.V.	11,80	9,50	9,96	17,09	7,88	15,01	12,51	-	12,51	7,16	8,45	7,24
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	*	ns	ns
Reg.L./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*/58,94	-	-
Reg.Q./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	-	-
Equação [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4064,95-	-	-
										9,58425v	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 50- Produção do 3º corte - *B. humicola* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSFE	MSFEE	MSF	MSH	MST	MSTR	TA	AF	RFH	TMS	
	Unid.				gramas			%	g/d	cm ²	-	%	
Solo 1													
Tratam.	T	298,7	305,0	14,17	3,41	17,57	27,90	45,82	100,0	1,76	3873,3	0,63	15,04
	V30	238,7	319,1	13,67	3,67	17,34	28,70	46,26	101,0	1,78	3772,7	0,62	14,40
	V50	277,0	334,7	13,97	3,53	17,50	30,09	47,89	104,5	1,84	4233,0	0,58	14,31
	V70	236,3	275,0	11,80	2,83	14,63	25,02	40,00	87,3	1,54	3585,4	0,59	14,44
	V90	246,3	297,4	12,11	3,18	15,29	26,40	41,95	91,6	1,61	3819,5	0,58	14,04
Estatística	Média	259,4	306,2	13,14	3,32	16,47	27,62	44,38	-	1,71	3856,8	0,60	14,45
	C.V.	9,98	14,03	13,75	22,93	14,93	19,0	17,47	-	17,47	11,57	7,78	5,12
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]													
Solo 2													
Tratam.	T	357,3	410,1	17,08	6,70	23,78	45,33	69,37	100,0	2,67	4755,0	0,53	16,93
	V35	396,3	430,0	17,92	7,13	25,05	45,68	71,06	102,4	2,73	5272,1	0,55	16,55
	V55	316,7	393,2	16,63	6,00	22,63	42,75	65,56	94,5	2,52	4927,6	0,53	16,64
	V75	392,7	428,0	17,12	6,95	24,08	44,82	69,09	99,6	2,66	5201,4	0,54	16,18
	V95	381,7	427,8	16,93	6,04	22,97	45,52	68,82	99,2	2,65	5047,2	0,50	16,12
Estatística	Média	368,9	417,8	17,14	6,56	23,70	44,82	68,78	-	2,65	5040,7	0,53	16,48
	C.V.	12,45	8,18	7,02	15,54	7,42	9,14	8,13	-	8,13	6,90	6,00	4,92
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equação [#]													

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

Tabela 51- Produção Total (somatório dos 3 cortes) - *B. humidicola* (média de 3 repetições)

	NP	MNT	MSF	MSH	MST	MSR	MST+R	MSTR	g/d			
									TA	TAF	RFH	
Unid.												
gramas												
Solo 1												
Tratam.	T	609,7	697,6	38,78	66,69	121,69	20,37	142,06	100,0	1,34	0,43	0,58
	V30	590,0	745,4	41,19	72,98	127,83	17,43	145,26	105,1	1,40	0,45	0,57
	V50	568,0	728,1	38,82	70,36	121,44	14,09	135,53	99,8	1,33	0,43	0,55
	V70	527,3	672,1	34,83	61,80	107,64	13,43	121,09	88,5	1,18	0,38	0,57
	V90	527,0	674,8	35,18	64,28	110,31	11,44	121,74	90,6	1,21	0,39	0,55
	Média	564,4	703,6	37,76	67,22	117,78	15,35	133,14	-	1,29	0,42	0,56
	C.V.	5,08	6,06	7,89	8,85	8,27	15,36	8,67	-	8,27	7,89	4,64
Estatística	Teste F	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	-	ns	ns	ns
	Reg.L./R ²	*/63,19	-	-	-	-	**/69,57	-	-	-	-	-
	Reg.Q./R ²	ns	-	-	-	-	ns	-	-	-	-	-
	Equação [#]	621,400-1,1400v	-	-	-	-	20,816667-0,109200v	-	-	-	-	-
Solo 2												
Tratam.	T	672,3	847,1	45,29	93,91	150,41	26,00	176,41	100,0	1,79	0,54	0,49
	V35	732,0	862,1	46,45	89,82	148,57	19,59	168,17	98,8	1,77	0,55	0,52
	V55	644,7	774,3	42,85	81,54	136,60	23,64	160,24	90,8	1,63	0,51	0,53
	V75	758,0	842,8	45,46	88,87	145,31	17,89	163,20	96,6	1,73	0,54	0,51
	V95	721,3	828,7	43,07	88,79	145,53	18,70	164,23	96,8	1,73	0,51	0,49
	Média	705,7	831,0	44,62	88,59	145,28	21,16	166,45	-	1,73	0,53	0,51
	C.V.	7,55	6,26	5,30	8,35	7,62	16,96	7,83	-	7,62	5,30	5,10
Estatística	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns
	Reg.L./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q./R ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5%;

- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa; Reg.L.-regressão linear; Reg.Q.-regressão quadrática.

4.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS

Os teores encontrados dos macronutrientes (P, K, Ca, Mg, S e Na) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn e B), bem como da relação Ca/Mg, determinados no tecido foliar das forrageiras, estão apresentados nas **Tabelas 52 a 63**. A seguir discute-se o comportamento geral para cada elemento. Ao confrontar os resultados aqui obtidos com os encontrados na literatura, optou-se em comparar apenas com resultados obtidos com gramíneas tropicais, sem ficar a toda hora referenciando com qual gramínea o citado autor trabalhou, mas apenas comparando com o modelo de comportamento de cada mineral com os obtidos na literatura. Até mesmo porque, não foi encontrado nenhum trabalho na literatura para as espécies estudadas, que tenha sido avaliado todos estes minerais em função de doses crescentes de calcário.

4.4.1 FÓSFORO

O fósforo foi o elemento que teve comportamento mais variável, apresentando efeito significativo em 8 dos 24 cortes realizados (**Figuras 73 e 74**), ou seja, na maioria das observações não houve efeito da calagem para os teores de P nas forrageiras, o que está de acordo com o encontrado por Abruña et al.(1964), Werner et al.(1979), Premazzi (1991), Colozza (1993), Mitidieri (1995). Para a *E. polystachya* não foi verificado em nenhuma oportunidade efeito significativo para ambos os solos. Para a *E. pyramidalis* em duas ocasiões o efeito no teor de P foi explicado por curvas quadráticas com ponto de mínimo próximo a primeira dose de calcário, crescendo suavemente até a última dose. A *B. mutica* teve os teores de P alterados em 3 oportunidades pela calagem, mostrando de forma geral diminuição dos teores. A *B. humidicola* teve comportamento inverso a sua companheira de gênero, ou seja, tendo os teores de P aumentados linearmente com a calagem em 3 oportunidades. O comportamento dos teores de P quando significativo para as espécies do gênero *Brachiaria*, tiveram comportamento na

maioria das vezes inverso ao ocorrido com a MSF, revelando possível efeito concentração e diluição do fósforo para produções menores e maiores respectivamente.

Figura 73- Teores de fósforo nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 74- Teores de fósforo nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.2 POTÁSSIO

Os teores de potássio nas folhas não foram significativamente alterados em 17 dos 24 cortes realizados, e nos 7 casos em que foi significativamente afetado, este mostrou declínio dos teores em relação às doses crescentes de calcário aplicadas ao solo (**Figuras 75 e 76**). Este declínio dos teores de K, com o aumento da dose de calcário, pode ser explicado pela competição com outros cátions introduzidos no sistema pela calagem (Ca e Mg). Os teores médios totais de potássio na folhas das forrageiras cultivadas no solo1 sempre foram em média maiores que no solo2, o que reforça a hipótese de competição, já que o solo2 possui maiores valores absolutos de outras bases (Ca, Mg e Na). Este efeito na redução do K foi também verificado por Premazzi (1991) e apenas como tendência por Werner et al.(1979). Pelos resultados obtidos por Silva (1992) avaliando a interação Ca, K e Na para a nutrição de duas forrageiras, esta competição do K parece estar mais ligada ao Mg e ao Ca do que ao Na, já que esta autora não verificou interação K e Na. Malavota (1980) afirma que a interação Ca versus Mg apresenta uma inibição competitiva na região da membrana plasmática.

Figura 75- Teores de potássio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 76- Teores de potássio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.3 CÁLCIO

Os teores de cálcio na folhas, em todos os cortes, para qualquer uma das forrageiras avaliadas e em ambos os solos cultivados, foram sempre significativamente afetados pelas doses crescentes de calcário. Fenômeno explicado, na maioria das vezes, por funções quadráticas, com pontos de máxima (**Figuras 82 e 83**), e em alguns cortes por modelos lineares crescentes (resultados que estão de acordo com os obtidos por Abruña et al., 1964; Werner et al., 1979; Gomide et al., 1986; Carriel et al., 1989; Premazzi, 1991; Colozza, 1993; Mitidieri, 1995 e Gonçalves et al. 2000).

Assim como ocorrido com o potássio, os teores de cálcio das folhas das forrageiras cultivadas no solo1 sempre foram maiores do que para as cultivadas no solo2, apesar deste solo sempre apresentar maiores concentrações de cálcio e ambos terem valores aproximados de K. Mostrando mais uma vez a competição entre bases, neste caso mais especificamente entre Ca e Mg, já que o solo 2 sempre mostrou maiores teores de Mg e menores relações Ca:Mg.

Foram verificados durante a condução do experimento sintomas de deficiência de cálcio. As espécies do gênero *Brachiaria* foram as mais afetadas, porém com bem maior intensidade para a espécie *B. mutica*. Os sintomas foram verificados em várias intensidades desde rachaduras nos bordos das lâminas foliares mais novas, passando por necroses parciais das folhas mais jovens até necrose total com morte do meristema apical (**Figuras 77 a 80**). A intensidade dos sintomas foi mais freqüente nos dois primeiros períodos de crescimento para a *B. mutica* e somente no primeiro período para a *B. humidicola*, sendo que os sintomas praticamente desapareceram no último período. A maior incidência ocorreu no solo2 nas primeiras doses de calcário. Estes sintomas parecem estar muito mais relacionados com a relação Ca/Mg do que simplesmente com o teor absoluto de Ca. Como será discutido no item relação Ca/Mg o solo2 sempre possuiu mais Ca que o solo1 porém também menores relações Ca/Mg, contudo esta relação foi aumentada ao longo dos cortes o que possibilitou uma melhor nutrição de Ca pela planta, com desaparecimento quase total dos sintomas de deficiência no último corte, mesmo com os teores de cálcio diminuído no solo.

Outro possível sintoma de deficiência de cálcio está relacionado ao mecanismo de fechamento estomático em resposta a condições ambientais (Karp, 1996). Pois a espécie *E. pyramidalis* na última semana de crescimento antes do terceiro corte mostrou-se murcha nas horas mais quentes do dia para o tratamento testemunha, quando cultivada no solo1 (**Figura 81**). Com menor intensidade este fenômeno também foi verificado para as espécies *B. mutica* e *E. polystachya*. Porém este sintoma de murchamento só interferiu significativamente, como visto no item sobre produção, no teor de matéria seca da *E. pyramidalis*. O efeito no teor de matéria seca provavelmente não foi detectado nas outras espécies devido ao procedimento no dia do corte, ou seja, por volta de 6:00 h todos os vasos que seriam cortados naquele dia eram retirados da casa de vegetação e levados para dentro do laboratório, onde eram cortados. Neste horário as plantas não apresentavam o sintoma de murchamento. Sendo detectado então somente na espécie *E. pyramidalis* aonde este fenômeno ocorreu com mais intensidade. Não se descarta porém que este sintoma de murchamento possa ter sido causado por uma possível toxidez de elementos como o Al ou Mn, já que as parcelas testemunhas ao

final do último corte se encontravam extremamente acidificadas com pH próximo 3,5, ou seja, não podendo-se isolar a causa deste efeito apenas como deficiência de cálcio, mais sim causada possivelmente por uma combinação de fatores.

Figura 77- Sintoma de deficiência de Ca, caracterizado por rachaduras nos borados das folhas novas da *B. multica*.

Figura 78- Sintoma de deficiência de Ca, caracterizado por rachaduras nos borados das folhas novas da *B. humidicola*.

Figura 79- Sintoma de deficiência de Ca, caracterizado por necrose parcial a total das folhas mais novas da *B. mutica*.

Figura 80- Sintoma de deficiência de Ca, na sua forma mais severa caracterizando morte do meristema apical da *B. mutica*.

Figura 81- Possível deficiência de Ca na espécie *E. pyramidalis*, causando murchamento das folhas das parcelas testemunha por volta do meio dia. À esquerda temos um vaso da parcela testemunha, sem calagem (V10) e à direita um vaso na dose máxima de calcário (V90) cultivadas no solo 1. Foto tirada poucos dias antes do terceiro e último corte realizado

Figura 82- Teores de cálcio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 83- Teores de cálcio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.4 MAGNÉSIO

Os teores de magnésio tiveram comportamento estatístico bem semelhante ao ocorrido com o cálcio, ou seja, tendo seus valores acrescidos pela calagem (**Figuras 84 e 85**), resultados estes também encontradas por Gomide et al. (1986), Carriel et al. (1989), Premazzi (1991), Colozza (1993), Mitidieri (1995) e Gonçalves et al. (2000). Porém em duas oportunidades (1° e 2° corte da *E. polystachya* cultivada no solo 2) os teores de Mg não foram afetados significativamente, possivelmente justificado pela quantidade natural de Mg já encontrada neste solo, possibilitando a planta extrair o máximo de magnésio possível nas primeiras doses de calcário aplicada, não se beneficiando de maiores concentrações de Mg no solo. Porém, ao contrário dos teores de cálcio que estavam em maior concentrações nas folhas das forrageiras cultivadas no solo 1, as plantas cultivadas no solo 2 sempre possuíram maiores concentrações de magnésio, sendo um reflexo direto da maior concentração de Mg no solo, bem como da menor relação Ca:Mg.

Figura 84- Teores de magnésio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 85- Teores de magnésio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.5 RELAÇÃO CÁLCIO/MAGNÉSIO

A relação Ca:Mg encontrada nas folhas das forrageiras foram significativamente alteradas pelos tratamentos em 23 dos 24 cortes realizados, mostrando de forma geral no solo1 um comportamento de crescimento desta relação, atingindo pontos de máxima entre os tratamento V50 e V70 com queda subsequente (**Figura 86**) e no solo2, as curvas mostraram crescimento até próximo ao tratamento V70, e certa estabilização posterior na maioria dos casos (**Figura 87**). As plantas cultivadas no solo2, o qual possuía menor relação Ca/Mg, também sempre apresentaram uma menor relação numérica Ca/Mg nas folhas para todos os cortes, quando comparadas as cultivadas no solo1 (**Figura 88**). E ainda para confirmar este comportamento de influência preponderante do solo, com o avanço dos cortes e extração maior de Mg a cada corte, fez com que a relação aumentasse no solo e com isto também se elevasse nos tecidos foliares em quase todas as espécies avaliadas, com exceção da *E. pyramidalis* cultivada no solo1 que teve maior relação no 2 corte (**Figura 88**). Estes resultados mostram que as plantas apresentaram uma relação Ca:Mg que refletiam as condições de solo.

Devido a grande maioria dos solos brasileiros apresentarem uma relação justamente oposta a estes em estudo, ou seja, sempre apresentarem relações onde o cálcio é predominante e muitas vezes precisando-se fazer uso de calcário calcítico, faz com que a grande maioria dos trabalhos publicados estudando a relação Ca/Mg estivessem preocupados em como as forrageiras se comportariam em relações muito elevadas com vantagem para o cálcio. Neste enfoque trabalhos como de Marun (1990) e de Nogueira et al. (1997) verificaram reduções na absorção de Mg com elevação da relação Ca/Mg do solo, tendo o primeiro autor verificado diminuição de produção da *B. decumbens*, *B. brizantha* e *P. maximum* com aumentos da relação Ca/Mg presente no solo. Nogueira et al. (1997) testando relações $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ (entre 1:0 até 20:1) aplicadas ao solo, verificaram que a máxima produção do *P. purpureum* foi obtida na relação 2:1, ocorrendo reduções de 23% na produção para a relação 20:1 e de 53% para a relação 1:0. Os resultados aqui obtidos também mostram que um excesso de Mg também interfere na absorção de Ca. Este comportamento da relação cálcio magnésio

pode explicar o motivo de ter-se encontrado aumentos lineares na produção em algumas das forrageiras aqui estudadas, mostrando que possivelmente a planta tenha sido mais beneficiada devido a um aumento da relação Ca/Mg a propiamente da elevação de saturação por bases do solo.

Figura 86- Relação Ca:Mg nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 87- Relação Ca:Mg nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

Figura 88- Relação Ca:Mg nas folhas das forrageiras ao longo dos cortes realizados.

4.4.6 SÓDIO

Os teores de sódio tiveram comportamento semelhante ao potássio, porém o sódio mostrou-se com menor capacidade de competir com as demais bases do solo, já que dos 24 cortes realizados, em 14 teve sua concentração reduzida pelas doses crescentes de calcário (**Figuras 89 e 90**). Assim como o magnésio, os teores de sódio das plantas cultivadas no solo 2 sempre apresentaram maiores concentrações deste elemento, mostrando mais uma vez um reflexo das concentrações encontradas no solo, resultado este que está de acordo com Silva (1992), que observou aumentos dos teores de sódio nas forrageiras avaliadas com o aumento deste elemento na solução nutritiva. E ainda, esta mesma autora observou aumentos nos teores de sódio com o aumento de Ca na solução nutritiva, sendo assim estes resultados de redução de Na com aumento das doses de calcário que introduziram Ca e Mg no sistema podem estar mais ligadas a uma competição com o magnésio.

Figura 89- Teores de sódio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 90- Teores de sódio nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.7 ENXOFRE

Os teores de enxofre tiveram comportamento significativo em 9 dos 24 cortes realizados mostrando de forma geral, aumentos com a elevação da saturação por bases (**Figuras 91 e 92**), comportamento também registrado por Mitidieri (1995). Para gênero *Echinochloa* foram verificadas 7 das 9 ocorrências em que o teor de enxofre foi significativo. As plantas cultivadas no solo2, o qual possuía maiores teores deste elemento sempre tiveram maiores concentrações de S nas folhas, e esta diferença foi mais acentuada para o gênero *Echinochloa*, mostrando ser este gênero mais influenciado pelo S disponível no solo.

O aumento dos teores de enxofre com crescentes de saturações por bases no solo podem ser explicados pelo aumento do pH do solo, promovendo a liberação de sulfatos ligados a Fe e Al e ao favorecimento da mineralização da matéria orgânica existente no solo (Defilipo, 1990), transformando formas de S orgânico em formas que possam ser assimiladas pela planta, aumentando portanto a disponibilidade do mesmo para as forrageiras. Em 6 das 9 vezes em que o teor de enxofre se mostrou significativo, este ocorreu no solo2, justamente o solo com maior quantidade de matéria orgânica.

Figura 91- Teores de enxofre nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 92- Teores de enxofre nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.8 COBRE, FERRO, MANGANÊS E ZINCO

Os teores de cobre, ferro, manganês e zinco, quando significativos, tiveram de forma geral um comportamento de redução em relação as crescentes doses de calcário utilizadas. A diminuição da disponibilidade destes micronutrientes com o aumento do pH, é um comportamento clássico para quase todas as espécies vegetais sendo reportado como característica dos efeitos da calagem ou da elevação de pH do solo, por diversos autores como: Malavolta et al. (1989), Defelipo (1990), Raij (1991) e Jorge (1993). Contudo como será apresentado, devido ao solo ter recebido adubações de alguns destes micronutrientes, quando a análise de solo revelou valores baixos, portanto, as esperadas reduções no teor destes elementos no tecido vegetal não ocorreram em todos os casos.

Os teores de cobre nas folhas tiveram efeito significativo em 9 cortes dos 24 realizados (**Figuras 94 e 95**), sendo explicados por retas decrescentes (6 observações) ou por curvas quadráticas com ponto de mínima em relação às doses crescentes de

calcário nos demais casos em que foi significativo, concordando com alguns resultados obtidos por Premazzi (1991) e Mitidieri (1995).

Os teores de ferro foram estatisticamente significativos em 13 dos 24 cortes efetuados (**Figuras 96 e 97**), sendo explicados por retas decrescentes em 5 observações ou ainda por curvas quadráticas com ponto de mínima em relação às doses crescentes de calcário nos outros 8 cortes em que foi significativo. Esta redução está de acordo com alguns resultados obtidos também por Colozza (1993) e discordando de resultados obtidos por Mitidieri (1995) que em algumas situações registrou aumento dos teores de Fe com a calagem.

Os teores de manganês foram significativos em 23 dos 24 corte (**Figuras 98 e 99**), confirmando o papel da calagem como eficiente redutora dos teores de Mn, elemento este que muitas vezes se torna tóxicos para as planta. Em 8 ocasiões valores foram decrescentes explicados por retas lineares em função das crescentes saturações por bases. Sendo explicado nas demais ocasiões por curvas quadráticas, nas quais 13 vezes apresentaram pontos de mínima com certa estabilização após este ponto, e em outras 2 oportunidades apresentando ponto de máxima próximo a primeira dose aplicada do corretivo com posterior declínio das concentrações, sendo tal comportamento verificado par a *B. humidicola* no segundo corte para ambos os solos. Reduções nos teores de Mn também foram verificados por Abruña et al.(1964), Premazzi (1991), Colozza (1993), Mitidieri (1995). Segundo Malavota et al. (1989) os sintomas de Mn em gramíneas são caracterizados por pontos necróticos nas folhas mais velhas, sintoma este verificado para as espécies do gênero *Echinochloa*, com maior incidência para a *E. polystachya* nas parcelas testemunha de ambos os solos no 2º e 3º corte (**Figura 93**).

Os teores de zinco foram significativos em 16 dos 24 cortes realizados (**Figuras 100 e 101**), apresentando um comportamento linear decrescente em 5 oportunidades, e em 6 oportunidades foi explicado por equações quadráticas com ponto de mínima, mostrando redução dos teores com aumento das doses de calcário, seguindo de certa estabilização e finalmente nas outras 5 vezes em que foi significativo, foi também explicado por equações quadráticas porém atingindo pontos de máxima próximos a

primeira dosagem de corretivo, reduzindo-se em diante. Resultados de redução nos teores de Zn em forrageiras, também foram obtidos por Premazzi (1991) e Mitidieri (1995).

Figura 93- Possível Toxidez de Manganês, verificada na espécie *E. polystachya*. O sintoma se caracterizou pelo surgimento inicial de pontos necróticos nas folhas mais velhas, seguido de amarelecimento em volta destes pontos, até o total amarelecimento das folhas.

4.4.9 BORO

Os teores de boro apresentaram comportamento significativo em 18 dos 24 cortes realizados (**Figuras 102 e 103**), apresentando um comportamento linear crescente em 7 oportunidades e explicado nas demais situações por equações quadráticas com ponto de máxima. Este comportamento dos teores de B em função de doses crescentes de calcário em forrageiras também foi verificado nos trabalhos de Premazzi (1991) e Mitidieri (1995).

Figura 94- Teores de cobre nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 95- Teores de cobre nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

Figura 96- Teores de ferro nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 97- Teores de ferro nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

Figura 98- Teores de manganês nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 99- Teores de manganês nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

Figura 100- Teores de zinco nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 101- Teores de zinco nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

Figura 102- Teores de boro nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 1.

Figura 103- Teores de boro nas folhas das forrageiras, quando cultivadas no solo 2.

4.4.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Se confrontarmos os teores médios encontrados para os minerais aqui avaliados com a faixa de normalidade citada no Boletim Técnico 100 (Raij et al.,1996) para espécies de gramíneas do grupo1 (grupo de maior exigência), verifica-se que o cálcio foi o único macronutriente que ficou abaixo da faixa de normalidade em algumas situações, principalmente nos tratamentos testemunha e na primeira dosagem de calcário aplicada, e ainda para as espécies do gênero *Braquiária* em outros tratamentos.

Quanto aos micronutrientes, o boro em algumas oportunidades no solo 2 se encontrou abaixo e no solo 1 acima da faixa de normalidade respectivamente e ainda o Mn, principalmente com o avanço da acidificação do solo chegou a apresentar valores de 3 a 4 vezes maiores que o valor superior da faixa de normalidade.

Coincidentemente estes resultados refletem os sintomas visuais verificados durante a condução do experimento que foram justamente deficiências de cálcio e toxidez de Manganês, e ainda atribui como benefício da calagem o fornecimento de cálcio e a neutralização de Mn, resultados estes, que possivelmente foram responsáveis pelo aumento de produção verificado em algumas espécies diante das doses crescentes de calcário aplicadas ao solo. O que confirma o resultados amplamente verificados na literatura do papel da calagem como fornecedora de Ca e Mg, e no caso específico destes solos avaliados por terem uma riqueza natural de Mg, a função da calagem foi mais específica em fornecer o cálcio. E ainda confirma o benefício da calagem em reduzir elementos tóxicos como o Mn, que se tornam extremamente elevados, quando se pratica elevadas fertilizações nitrogenadas.

Tabela 52- Teor de minerais 1º corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

mg kg ⁻¹												
P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
Solo 1												
Tratam.												
T	6,65	33,41	1,63	2,86	4,08	1,59	0,57	14,0	196,6	504,3	42,0	6,4
V30	6,84	31,37	3,87	5,89	4,23	1,19	0,65	13,1	177,8	408,1	46,6	49,9
V50	7,34	30,35	4,96	7,79	4,39	1,49	0,64	13,2	169,1	397,0	43,5	74,0
V70	6,55	30,35	5,94	8,64	4,72	0,79	0,69	14,8	178,0	288,1	41,6	72,8
V90	6,21	30,09	6,62	8,72	4,99	0,78	0,76	15,2	183,6	234,3	38,3	59,1
Média	6,72	31,11	4,60	6,78	4,48	1,17	0,66	14,1	181,0	366,4	42,4	52,4
C.V.	10,71	3,18	8,81	3,76	3,89	13,54	7,42	7,63	4,28	11,90	5,88	14,04
Fstatística												
Teste F	ns	*	**	**	**	**	*	ns	*	**	*	**
Reg.L. /R ²	-	**/54,14	**/91,28	**/85,04	**/82,27	**/61,89	**/62,19	-	ns	**/84,41	*/26,57	**/50,89
Reg.Q. /R ²	-	ns	**/95,97	**99,07	ns	ns	ns	-	**/62,49	ns	*/53,90	**/94,12
Equação [#]	-	33,0237- 0,0382v	0,60527+ 0,1182v- 0,0006v ²	1,0495+ 0,1965v- 0,0012v ²	3,9045+ 0,0116v	1,6740- 0,0101v	0,5602+ 0,0021v	-	207,667- 1,3159v+ 0,0119v ²	531,340- 3,2993v	40,9838+ 0,2026v- 0,0026v ²	-22,112+ 3,1394v- 0,0250v ²
Solo 2												
Tratam.												
T	3,96	30,35	1,55	8,41	5,92	7,14	0,18	13,1	171,9	743,4	30,8	19,5
V35	4,35	30,60	2,68	8,80	6,39	6,29	0,30	12,0	164,7	586,5	32,4	22,2
V55	4,24	30,35	3,07	9,30	6,77	6,20	0,33	12,3	177,6	446,9	30,3	25,6
V75	3,72	29,58	4,14	9,61	6,99	5,66	0,43	11,5	177,2	396,6	26,0	23,0
V95	3,96	30,09	4,13	9,34	7,09	4,83	0,44	12,1	176,3	360,3	25,8	18,0
Média	4,05	30,19	3,11	9,09	6,63	6,02	0,34	12,2	173,5	506,7	29,1	21,7
C.V.	1,72	4,58	11,04	4,93	2,28	11,61	7,15	10,37	3,63	8,81	7,39	11,74
Fstatística												
Teste F	ns	ns	**	ns	**	*	**	ns	ns	**	*	*
Reg.L. /R ²	-	-	**/85,63	-	**/88,64	**/60,68	**/89,42	-	-	**/86,09	**/52,85	ns
Reg.Q. /R ²	-	-	ns	-	*/92,33	ns	*/95,25	-	-	**/93,45	ns	**/57,89
Equação [#]	-	-	1,3008+ 0,0330v	-	5,4708+ 0,03217v- 0,00016v ²	7,4686- 0,0262v	0,11152+ 0,00579v- 0,00002v ²	-	-	901,068- 11,2764v+ 0,05905v ²	33,6000- 0,0827v	13,8674+ 0,40621v- 0,00380v ²

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; #- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 53- Teor de minerais 2° corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹							
Solo 1												
T	2,74	24,23	1,85	3,16	6,22	1,65	0,58	8,9	139,8	401,7	22,0	38,4
V30	2,51	21,93	3,98	5,03	6,58	1,76	0,79	8,4	136,1	318,9	25,3	42,6
V50	2,66	21,42	5,27	6,24	6,80	1,01	0,85	8,6	123,9	268,9	23,9	61,5
V70	2,58	19,89	5,50	7,12	6,73	1,04	0,77	8,3	125,2	189,6	22,2	80,4
V90	2,56	19,38	6,63	7,85	6,36	1,02	0,85	8,9	121,1	144,9	22,8	98,8
Média	2,61	21,37	4,65	5,88	6,54	1,30	0,77	8,6	129,2	264,8	23,2	64,3
C.V.	8,43	4,27	6,71	5,84	4,38	5,34	3,84	7,18	5,35	5,25	3,79	4,31
Teste F	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	*	**	**	**
Reg.L. /R ²	-	**/79,12	**/89,97	**/93,60	-	**/67,43	**/51,79	-	**/54,18	**/97,57	ns	**/95,84
Reg.Q. /R ²	-	ns	**/94,87	**/97,01	-	**/70,72	**/74,60	-	ns	ns	*/25,14	**/98,02
Equação #	-	24,3055- 0,0587v	0,94356+ 0,11015v- 0,00055v ²	2,22810+ 0,10352v- 0,00046v ²	-	1,94901- 0,0191v+ 0,00009v ²	0,52477+ 0,00945v- 0,00007v ²	-	141,2533- 0,240667v	425,5683- 3,214833v	21,89488+ 0,09276v- 0,00101v ²	31,9854+ 0,23665v- 0,00506v ²
Solo 2												
T	2,48	19,89	2,06	9,26	9,57	7,18	0,22	7,9	305,9	926,1	25,7	32,6
V35	2,36	20,91	2,83	9,46	10,05	6,80	0,30	7,7	246,7	752,8	25,0	51,0
V55	2,45	21,17	4,25	9,83	10,76	6,89	0,43	7,9	170,9	541,9	23,2	51,8
V75	2,30	19,64	4,77	9,50	10,43	7,48	0,50	8,4	134,1	440,7	21,8	35,6
V95	2,35	19,71	5,07	9,96	10,45	7,40	0,51	8,0	127,2	400,4	20,7	36,5
Média	2,39	20,26	3,80	9,60	10,25	7,15	0,39	8,0	197,0	612,4	23,3	41,5
C.V.	3,69	3,64	5,28	4,78	5,16	4,52	5,22	7,72	5,84	4,33	4,18	5,22
Teste F	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	**	**	**	**
Reg.L. /R ²	-	-	**/92,39	-	-	-	**/90,66	-	**/90,97	**/93,03	**/83,58	ns
Reg.Q. /R ²	-	-	**/95,91	-	-	-	**/95,37	-	**/97,04	**/98,07	ns	**/56,80
Equação #	-	-	0,88084+ 0,07586v- 0,00033v ²	-	-	-	0,09972+ 0,00789v- 0,00004v ²	-	383,2363- 5,16989v+ 0,02564v ²	1136,609- 14,19732+ 0,06709v ²	26,9100- 0,0660v	27,63499+ 0,89051v- 0,00929v ²

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 54- Teor de minerais 3º corte - *E. polystachya* (média de 3 repetições)

mg kg ⁻¹												
P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
g kg ⁻¹												
Solo 1												
T	1,87	25,76	1,86	2,05	3,41	1,89	0,91	9,5	211,1	490,2	22,8	12,0
V30	1,70	23,46	4,59	3,69	5,63	1,70	1,25	8,2	145,1	471,6	23,3	13,3
V50	1,72	22,19	5,64	4,07	5,36	1,11	1,39	8,3	140,2	377,9	21,5	12,9
V70	1,83	20,66	6,14	5,48	6,02	1,07	1,12	6,8	130,1	385,1	23,5	12,9
V90	1,86	21,17	7,02	6,66	6,42	1,02	1,06	7,7	137,8	354,6	22,9	12,6
Média	1,80	22,65	5,05	4,39	5,37	1,36	1,15	8,1	152,9	415,9	22,8	12,7
C.V.	5,15	4,53	7,24	4,49	3,59	7,88	6,92	6,89	5,33	2,45	4,61	17,5
Teste F	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns
Reg.L. /R ²	-	**/71,07	**/86,72	**/96,68	**/73,88	**/80,67	ns	**/50,49	**/57,00	**/84,64	-	-
Reg.Q. /R ²	-	*/81,22	**/94,67	ns	**/83,39	**/87,89	**/69,85	ns	**/88,59	**/87,44	-	-
Equação [#]	-	27,2676- 0,1555v+ 0,0010v ²	0,78835+ 0,13526v- 0,00076v ²	1,63400+ 0,05507v	2,94395+ 0,08060v- 0,00049v ²	2,20482- 0,0268v+ 0,0002v ²	0,73215+ 0,02258v- 0,00022v ²	9,33333- 0,02467v	236,4916- 3,35119v+ 0,02543v ²	528,6381- 3,16214v+ 0,01374v ²	-	-
Solo 2												
T	2,00	21,93	3,16	8,14	6,88	6,72	0,39	9,1	158,0	929,5	31,7	9,0
V35	1,96	22,19	4,12	8,80	7,19	6,55	0,47	8,5	145,3	866,6	31,5	9,7
V55	2,04	20,66	5,48	8,87	7,52	6,14	0,62	8,7	142,5	811,3	31,2	12,4
V75	2,02	19,89	5,50	8,87	7,64	6,04	0,62	8,4	138,0	818,6	32,8	9,2
V95	2,02	20,75	6,07	9,12	7,71	5,96	0,67	9,7	130,4	717,5	32,0	10,9
Média	2,01	21,08	4,87	8,76	7,39	6,28	0,55	8,9	142,8	828,7	31,8	10,2
C.V.	6,61	4,40	5,02	2,92	2,04	4,06	4,56	5,45	4,74	5,69	4,97	14,49
Teste F	ns	ns	**	**	**	*	**	ns	**	**	ns	ns
Reg.L. /R ²	-	-	**/87,76	**/54,28	**/79,84	**/61,91	**/85,41	-	**/68,79	**/70,11	-	-
Reg.Q. /R ²	-	-	**/93,38	ns	ns	ns	**/91,56	-	ns	ns	-	-
Equação [#]	-	-	2,03360+ 0,07826v- 0,00038v ²	8,20467+ 0,01013v	6,81408+ 0,01048v	6,84000- 0,01013v	0,27329+ 0,00779v- 0,00004v ²	-	160,0067- 0,312000v	958,4408- 2,35917v	-	-

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; #- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 55- Teor de minerais 1º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						-	mg kg ⁻¹				
Solo 1												
T	4,01	33,15	1,82	2,49	8,14	3,25	0,73	14,1	160,5	279,0	32,7	64,8
V30	4,02	34,68	3,92	4,31	8,30	2,55	0,91	13,9	152,8	222,9	40,6	80,4
V50	3,97	33,15	5,42	5,57	8,30	1,81	0,98	13,2	153,0	243,2	38,7	84,1
V70	4,02	33,66	5,18	6,47	7,88	1,73	0,81	13,2	140,1	167,4	33,4	98,8
V90	4,40	33,92	5,39	6,12	7,69	1,53	0,88	11,0	151,8	136,2	33,9	82,5
Média	4,08	33,71	4,35	4,99	8,06	2,17	0,86	13,1	151,6	209,7	35,9	82,1
C.V.	10,31	8,39	8,92	11,68	4,89	8,39	10,92	5,54	3,38	10,7	9,51	16,04
Teste F	ns	ns	**	**	ns	**	ns	**	*	**	ns	ns
Reg.L. /R ²	-	-	**/70,45	**/76,19	-	**/84,14	-	**/60,95	*/27,71	**/78,70	-	-
Reg.Q. /R ²	-	-	**/92,28	**/89,75	-	**/93,31	-	ns	ns	ns	-	-
Equação #	-	-	0,56942+ 0,14073v- 0,00099v ²	1,20704+ 0,13110v- 0,00084v ²	-	3,74795- 0,0511v+ 0,0003v ²	-	14,7883- 0,03417v	159,1600- 0,15067	294,9833- 1,70500v	-	-
Solo 2												
T	3,45	26,78	1,41	6,28	8,21	10,99	0,22	14,9	148,9	706,6	36,0	18,5
V35	3,44	26,78	2,44	6,99	8,87	9,86	0,35	12,2	145,3	576,1	38,8	50,1
V55	3,38	26,78	3,61	8,02	9,92	9,62	0,45	12,2	139,9	372,5	31,6	47,7
V75	3,23	27,03	4,12	7,73	10,69	10,02	0,53	14,3	144,4	372,0	30,5	54,2
V95	3,66	25,83	4,18	8,39	10,28	8,93	0,50	14,0	146,0	314,4	30,0	40,8
Média	3,43	26,64	3,15	7,48	9,59	9,88	0,41	13,5	144,9	468,3	33,4	42,3
C.V.	8,21	4,32	7,89	4,55	6,20	6,27	5,75	6,76	6,43	4,74	5,84	6,75
Teste F	ns	ns	**	**	**	*	**	*	ns	**	**	**
Reg.L. /R ²	-	-	**/87,60	**/75,74	**/65,92	**/44,75	**/82,54	ns	-	**/87,10	**/57,25	**/28,69
Reg.Q. /R ²	-	-	**/95,68	ns	ns	ns	**/95,31	**/36,64	-	**/94,85	ns	**/85,28
Equação #	-	-	0,13654+ 0,08712v- 0,00046v ²	6,11550+ 0,02483v	7,95017+ 0,02990	10,97142- 0,01978v	0,07865+ 0,01023v- 0,00006v ²	16,14845- 0,13224v+ 0,00121v ²	-	878,8222- 11,7961v+ 0,06230v ²	38,9533- 0,10133v	-3,26104+ 1,83262v- 0,01445v ²

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 56- Teor de minerais 2º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	2,18	21,09	3,45	2,55	6,04	3,32	1,37	7,6	149,0	373,1	24,7	39,0		
V30	2,10	20,60	4,02	3,11	6,94	2,62	1,29	8,0	158,2	301,5	25,4	74,7		
V50	2,24	21,52	7,12	4,53	6,78	1,87	1,57	10,0	136,3	223,8	28,7	74,7		
V70	2,28	21,01	7,04	4,60	7,08	1,54	1,53	9,8	129,4	217,7	27,5	63,9		
V90	2,20	21,26	5,85	5,77	7,97	1,46	1,01	10,6	119,1	215,1	26,3	59,0		
Média	2,20	21,10	5,50	4,11	6,96	2,16	1,35	9,2	138,4	266,2	26,5	62,3		
C.V.	4,66	5,99	14,16	7,19	10,96	6,79	12,44	17,85	14,21	18,79	6,19	15,92		
Teste F	ns	ns	**	**	ns	**	*	ns	ns	*	ns	**		
Reg.L./R ²	-	-	**/45,18	**/91,14	-	**/89,00	ns	-	-	**/57,55	-	ns		
Reg.Q./R ²	-	-	**/69,00	ns	-	**/96,65	**/42,50	-	-	ns	-	**/57,89		
Equação #	-	-	1,50233+ 0,10006v- 0,00120v ²	2,1325+ 0,03962v	-	3,8667- 0,05369+ 0,0003v ²	1,10520+ 0,01917v- 0,00021v ²	-	-	366,1800- 1,78990v- 0,01644	-	27,0017+ 1,78990v- 0,01644		
Solo 2														
T	2,46	23,21	2,48	5,94	8,61	12,97	0,42	11,2	128,3	1008,8	35,1	5,8		
V35	2,37	24,52	2,96	6,69	8,77	12,53	0,44	10,7	128,5	899,7	35,1	7,9		
V55	2,42	17,28	4,20	8,19	8,97	9,76	0,51	10,2	126,3	199,6	34,8	21,6		
V75	2,55	16,67	4,97	7,73	8,72	8,77	0,64	10,5	123,1	179,3	34,4	23,0		
V95	2,66	17,26	5,06	7,72	7,79	8,35	0,65	11,5	122,6	176,7	32,1	26,5		
Média	2,49	19,79	3,93	7,25	8,57	10,48	0,53	10,8	125,8	492,8	34,3	17,0		
C.V.	3,88	6,18	8,36	5,66	5,83	6,74	6,10	9,96	7,45	9,99	4,01	14,50		
Teste F	*	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	ns	**		
Reg.L./R ²	**/39,70	**/63,38	**/88,06	**/54,06	-	**/84,28	**/86,87	-	-	**/78,54	-	**/84,78		
Reg.Q./R ²	*/59,03	ns	ns	**/75,90	-	ns	ns	-	-	**/86,40	-	ns		
Equação #	2,52173- 0,00643v+ 0,00008v ²	25,2142- 0,09865v	1,96775+ 0,03575v	4,61493+ 0,09096v- 0,00062v ²	-	14,04892- 0,06495v	0,35017+ 0,00337v	-	-	1359,987- 27,8646v+ 0,15941v ²	-	1,40267+ 0,28240v ²		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 57- Teor de minerais 3º corte - *E. pyramidalis* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	1,93	28,05	1,76	1,85	3,68	3,55	0,95	10,3	98,4	368,5	24,0	46,3		
V30	1,65	26,52	4,90	4,07	5,62	3,49	1,20	8,8	103,5	360,2	29,6	59,7		
V50	1,69	25,07	5,52	4,78	6,17	3,83	1,17	10,0	101,5	192,7	25,1	54,8		
V70	1,97	24,89	5,80	5,60	6,45	3,74	1,04	9,9	95,8	204,0	24,4	51,6		
V90	2,11	22,48	6,43	6,16	6,33	3,73	1,04	10,1	94,9	151,1	24,3	48,7		
Média	1,87	25,40	4,88	4,49	5,65	3,67	1,08	9,8	98,8	255,3	25,5	52,2		
C.V.	6,28	2,73	5,41	8,24	3,23	5,29	10,5	5,86	7,43	9,24	4,54	11,35		
Teste F	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**	ns		
Reg.L./R ²	**/23,67	**/86,84	**/76,93	**/88,01	**/69,89	-	-	-	-	**/81,08	**/8,43	-		
Reg.Q./R ²	**/66,01	ns	**/91,95	**/94,29	**/95,64	-	-	-	-	ns	**/23,97	-		
Equação #	2,02821- 0,01597v+ 0,00019v ²	28,59667- 0,14661v- 0,06387v	0,70557+ 0,14661v- 0,00095v ²	0,98321+ 0,10800v- 0,00057v ²	2,79418+ 0,10879v- 0,00078v ²	-	-	-	-	403,0967- 2,95567v	24,36952+ 0,11205v- 0,00136v ²	-		
Solo 2														
T	2,15	24,13	2,21	5,77	7,17	12,07	0,38	9,3	141,6	978,8	36,1	40,2		
V35	2,17	24,99	2,89	6,40	7,60	12,33	0,45	8,5	131,8	833,0	35,1	51,4		
V55	2,15	23,97	4,13	7,56	7,97	11,14	0,55	9,3	121,3	399,6	33,1	55,5		
V75	2,07	24,48	4,83	7,45	8,02	10,88	0,65	8,9	119,8	379,3	32,4	50,8		
V95	2,01	24,25	4,56	7,91	8,01	10,46	0,58	8,8	116,0	276,7	30,1	47,2		
Média	2,11	24,36	3,72	7,02	7,75	11,38	0,52	9,0	126,1	573,5	33,4	49,0		
C.V.	11,49	5,00	6,11	6,29	2,26	6,90	15,85	6,19	6,54	3,59	4,66	12,17		
Teste F	ns	ns	**	**	**	ns	*	ns	*	**	**	ns		
Reg.L./R ²	-	-	**/70,06	**/73,48	**/68,27	-	**/51,30	-	**/60,25	**/88,72	**/71,97	-		
Reg.Q./R ²	-	-	ns	ns	*/83,71	-	ns	-	ns	**/93,30	ns	-		
Equação #	-	-	1,90775+ 0,03308v	5,55433+ 0,02660v	6,70675+ 0,03376v- 0,00021v ²	-	0,35908+ 0,00295v	-	143,5283- 0,31700v	1282,848- 19,0992v+ 0,08917v ²	37,46167- 0,07433v	-		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 58- Teor de minerais 1º corte – *B.mutica* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	5,08	27,42	0,98	2,12	3,12	2,96	0,46	13,2	211,4	213,1	58,0	94,5		
V30	4,60	26,52	2,63	3,92	3,09	2,89	0,67	13,0	205,9	165,9	51,1	125,2		
V50	4,28	24,99	4,08	5,52	3,05	2,64	0,74	11,7	197,0	133,4	42,6	146,4		
V70	4,40	23,97	4,42	6,43	3,14	2,47	0,69	14,0	191,5	144,3	41,4	202,3		
V90	3,93	22,44	5,16	7,29	3,00	2,49	0,71	12,3	181,4	126,6	41,3	227,4		
Média	4,46	25,07	3,45	5,06	3,08	2,69	0,65	12,8	197,4	156,7	46,9	159,2		
C.V.	9,10	5,94	6,37	7,28	3,88	6,95	5,69	9,67	8,09	4,60	6,02	9,25		
Teste F	ns	**	**	**	ns	*	**	ns	ns	**	**	**		
Reg.L. /R ²	-	**/67,57	**/92,04	**/94,58	-	**/57,81	**/47,54	-	-	**/75,05	**/75,01	**/92,32		
Reg.Q. /R ²	-	ns	**/97,49	**/97,29	-	ns	**/81,50	-	-	**/89,94	**/87,63	ns		
Equação [#]	-	28,19650- 0,06252v	0,02957+ 0,10288v- 0,00052v ²	1,06063+ 0,11026v- 0,00046v ²	-	3,03083- 0,00682v	0,37721+ 0,01143v- 0,00009v ²	-	-	236,3593- 2,80176v+ 0,01830v ²	63,98452- 0,58762v+ 0,00373v ²	73,3802+ 1,71525v		
Solo 2														
T	4,11	20,91	0,76	3,64	3,09	5,69	0,21	19,2	220,5	251,4	83,6	44,6		
V35	3,80	22,70	1,81	5,67	3,05	5,47	0,32	19,0	200,7	250,1	73,5	48,8		
V55	3,18	23,46	2,42	6,36	3,24	4,89	0,38	16,8	143,0	201,2	48,9	71,0		
V75	2,75	22,95	3,02	7,10	3,04	4,48	0,43	16,0	157,6	216,9	45,5	71,3		
V95	3,11	22,19	3,86	7,88	3,02	4,23	0,49	16,8	158,7	216,7	46,2	67,6		
Média	3,39	22,44	2,37	6,13	3,09	4,95	0,37	17,6	176,1	227,3	59,5	60,7		
C.V.	11,13	5,58	4,87	7,68	8,54	6,51	4,99	8,30	6,31	5,82	7,97	7,33		
Teste F	**	ns	**	**	ns	**	*	ns	**	**	**	**		
Reg.L. /R ²	**/54,81	-	**/98,13	**/87,59	-	**/80,23	**/94,72	-	**/58,74	**/40,69	**/78,99	**/63,90		
Reg.Q. /R ²	ns	-	ns	*/91,43	-	ns	*/96,68	-	**/78,41	*/53,02	**/88,83	**/77,89		
Equação [#]	4,22850- 0,01523v	-	0,34283+ 0,03697v	2,43565+ 0,09761v- 0,00044v ²	-	6,02817- 0,01957v	0,13764+ 0,00556v- 0,00002v ²	-	267,2585- 3,07442v+ 0,02038v ²	281,9753- 1,82399v+ 0,01192v ²	104,8483- 1,35733v+ 0,00767v ²	26,78621+ 1,08609v- 0,00676v ²		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 59- Teor de minerais 2° corte - *B. mutica* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	2,44	18,20	1,09	1,76	2,98	1,65	0,62	9,8	133,1	156,6	29,9	38,6		
V30	2,44	16,83	2,45	2,73	2,74	1,67	0,90	9,7	151,4	120,4	29,8	39,9		
V50	2,47	16,07	3,55	3,84	2,91	1,70	0,92	10,6	135,7	100,7	28,2	49,5		
V70	2,35	15,30	4,07	4,59	2,68	1,70	0,89	9,5	141,2	83,7	27,8	72,0		
V90	2,47	15,05	4,54	5,00	2,87	1,75	0,91	10,7	140,0	73,6	27,8	67,0		
Média	2,43	16,29	3,14	3,58	2,84	1,69	0,85	10,1	140,3	107,0	28,7	53,4		
C.V.	4,65	3,53	5,60	6,03	4,22	7,78	5,65	5,51	6,72	5,95	6,31	6,71		
Teste F	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	**		
Reg.L. /R ²	-	**/80,63	**/93,30	**/95,36	-	-	**/43,35	-	-	**/91,83	-	**/79,84		
Reg.Q. /R ²	-	ns	**/98,48	**/97,51	-	-	**/76,54	-	-	**/96,67	-	ns		
Equação #	-	18,45008- 0,03925v	0,28968+ 0,08506v- 0,00042v ²	1,05138+ 0,06810v- 0,00026v ²	-	-	0,53008+ 0,01323v- 0,00010v ²	-	-	1743900- 1,99667v+ 0,00983v ²	-	31,18967+ 0,44403v		
Solo 2														
T	2,73	15,56	0,85	5,16	3,20	6,59	0,16	13,1	389,0	344,5	60,2	23,8		
V35	2,42	15,30	1,72	5,64	3,30	6,55	0,31	11,2	277,2	291,0	41,8	25,0		
V55	2,24	14,89	2,62	5,80	3,38	6,38	0,45	11,1	181,9	186,8	28,4	26,0		
V75	2,12	15,12	3,20	6,81	3,60	5,95	0,47	10,2	174,7	203,3	29,0	29,3		
V95	2,19	14,79	3,64	7,19	3,20	5,87	0,51	9,7	155,4	211,7	26,0	33,6		
Média	2,34	15,13	2,41	6,12	3,34	6,27	0,38	11,1	235,6	247,5	37,1	27,5		
C.V.	3,21	4,21	5,07	3,19	4,05	7,48	4,68	7,50	5,47	3,17	4,49	5,16		
Teste F	**	ns	**	**	*	ns	**	**	**	**	**	**		
Reg.L. /R ²	**/73,06	-	**/96,97	**/91,07	ns	-	**/86,79	**/66,78	**/83,57	**/67,64	**/79,49	**/82,23		
Reg.Q. /R ²	**/92,45	-	**/98,90	ns	*/37,14	-	**/97,06	ns	**/97,28	**/90,92	**/96,75	**/89,77		
Equação #	3,055549- 0,02348v+ 0,00015v ²	-	-0,00076+ 0,05840v- 0,00021v ²	4,68017+ 0,2617v	2,90078+ 0,01883v- 0,00016v ²	-	0,00967+ 0,01096v- 0,00006v ²	13,21167- 0,03900v	500,8343- 8,21330v- 0,04877v ²	441,7933- 6,56967v+ 0,04367v ²	77,2483- 1,28633v+ 0,00800v ²	24,38896- 0,04858v+ 0,00153v ²		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 60- Teor de minerais 3º corte - *B.mutica* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	2,94	23,97	3,53	2,63	3,76	2,55	1,34	19,8	237,9	670,3	63,2	34,0		
V30	2,13	22,70	3,93	2,71	3,54	2,55	1,45	20,8	159,6	182,0	36,9	40,5		
V50	2,16	21,42	4,58	3,31	3,69	2,62	1,39	16,9	147,5	154,3	36,8	41,1		
V70	2,34	21,93	4,83	4,02	3,68	2,55	1,20	13,3	157,1	142,0	35,2	40,1		
V90	2,30	23,46	5,22	4,29	3,68	2,84	1,22	12,5	147,6	125,9	36,2	39,2		
Média	2,37	22,70	4,42	3,39	3,67	2,62	1,32	16,7	169,9	254,9	41,7	39,0		
C.V.	5,53	4,61	6,30	5,24	2,58	5,97	6,64	8,10	3,70	10,45	5,43	12,03		
Teste F	**	ns	**	**	ns	ns	*	**	**	**	**	ns		
Reg.L./R ²	**/23,42	-	**/86,42	**/90,75	-	-	*/34,11	**/78,78	**/55,70	**/57,98	**/51,88	-		
Reg.Q./R ²	**/65,33	-	ns	ns	-	-	ns	ns	**/85,77	**/87,93	**/85,38	-		
Equação [#]	3,15151- 0,03538v+ 0,00030v ²	-	3,34800+ 0,02147v	2,23350+ 0,02318v	-	-	1,44433- 0,00250v	22,18333- 0,11033v	264,0335- 3,75776v+ 0,02842v ²	828,5250- 22,7860v+ 0,17142v ²	71,63905- 1,22357v+ 0,00945v ²	-		

Solo 2

T	2,32	18,36	1,38	4,91	3,39	8,16	0,28	21,8	230,2	385,4	30,8	13,3		
V35	2,51	19,15	2,19	5,59	3,82	8,34	0,39	20,7	190,8	301,0	44,7	17,7		
V55	2,48	19,89	3,28	5,91	3,77	8,25	0,55	20,4	177,1	254,7	30,8	17,5		
V75	2,45	18,36	3,78	6,40	3,72	8,08	0,59	19,3	147,2	269,4	28,0	15,8		
V95	2,32	19,03	4,23	6,80	3,78	7,65	0,62	17,1	131,8	242,6	29,3	16,6		
Média	2,42	18,96	2,97	5,92	3,70	8,10	0,49	19,9	175,4	290,6	32,7	16,2		
C.V.	4,93	3,55	4,01	3,13	5,12	4,22	4,30	3,23	3,81	4,58	4,64	10,18		
Teste F	ns	ns	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	*		
Reg.L./R ²	-	-	**/96,22	**/93,68	-	-	**/90,10	**/82,85	**/94,92	**/73,29	**/20,06	ns		
Reg.Q./R ²	-	-	**/98,44	ns	-	-	**/96,31	ns	ns	**/89,45	**/27,37	*/35,15		
Equação [#]	-	-	0,45059+ 0,06215v- 0,00023v ²	4,66425+ 0,02292v	-	-	0,13740+ 0,00977v- 0,00005v ²	22,8100- 0,05400v	241,5508- 1,20250v	447,7858- 5,04427v+ 0,03145v ²	32,5475+ 0,17700v- 0,00250v ²	11,42725+ 0,19447v- 0,00156v ²		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 61- Teor de minerais 1º corte - *B.humidicola* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	2,55	31,95	0,85	1,96	1,50	3,01	0,43	15,4	229,9	249,3	103,2	5,2		
V30	2,29	30,42	1,59	3,22	1,55	2,62	0,49	14,2	194,0	218,3	78,1	95,9		
V50	2,32	31,11	3,26	4,03	1,54	2,38	0,81	13,5	179,5	200,7	75,7	132,0		
V70	2,22	30,60	3,35	4,19	1,60	2,60	0,80	13,6	183,3	195,3	70,7	135,7		
V90	2,27	30,60	3,70	4,49	1,52	2,46	0,82	12,7	189,8	193,4	64,3	157,0		
Média	2,33	30,94	2,55	3,58	1,54	2,61	0,67	13,9	195,3	211,4	78,4	105,2		
C.V.	8,83	4,08	9,51	5,75	8,19	7,77	9,55	7,05	4,95	4,59	4,12	5,84		
Teste F	ns	ns	**	**	ns	*	**	ns	**	**	**	**		
Reg.L./R ²	-	-	**/85,96	**/84,62	-	*/3,74	**/72,50	-	**/42,71	**/72,85	**/79,36	**/81,09		
Reg.Q./R ²	-	-	**/92,12	**/95,62	-	ns	*/80,09	-	**/82,00	**/87,00	**/88,70	**/95,49		
Equação #	-	-	-0,03261+ 0,07952v- 0,00042v ²	1,29199+ 0,17601v- 0,00046v ²	-	2,89600- 0,00560v	0,27652+ 0,01278v- 0,00007v ²	-	249,3370- 2,29676v+ 0,01842v ²	266,510- 1,93138v+ 0,01257v ²	110,1851- 1,04310v+ 0,00617v ²	-32,7368+ 4,77621v- 0,03058v ²		

Solo 2

T	5,01	21,93	0,72	4,42	1,56	8,94	0,16	14,7	191,5	288,0	57,7	5,5		
V35	4,93	22,70	1,09	4,60	1,70	9,51	0,24	14,9	218,7	292,1	59,5	8,8		
V55	5,12	22,95	1,51	4,71	1,93	9,35	0,32	14,4	212,4	257,9	52,4	22,0		
V75	4,94	22,95	1,72	5,27	1,81	10,37	0,33	15,4	204,9	257,2	49,2	28,9		
V95	4,09	21,68	1,78	5,08	2,08	9,78	0,35	14,4	198,8	244,7	47,2	40,6		
Média	4,82	22,44	1,36	4,82	1,82	9,59	0,28	14,8	205,3	268,0	53,2	21,2		
C.V.	9,63	3,05	8,10	4,78	7,41	7,15	6,65	8,16	7,68	7,03	5,82	12,23		
Teste F	ns	ns	**	**	**	ns	**	ns	ns	*	**	**		
Reg.L./R ²	-	-	**/88,70	**/59,53	**/59,95	-	**/85,62	-	-	**/50,48	**/67,63	**/94,90		
Reg.Q./R ²	-	-	**/94,59	ns	ns	-	**/93,62	-	-	ns	ns	ns		
Equação #	-	-	0,27782+ 0,03015v- 0,00015v ²	4,26875+ 0,00995v	1,49942+ 0,00582v	-	0,08321+ 0,00569v- 0,00003v ²	-	-	301,3950- 0,60767v	61,7575- 0,15583v	-3,6950+ 0,45180v		

*- Significativo ao nível de 5%; **- Significativo ao nível de 1%; #- Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 62- Teor de minerais 2º corte - *B. humidicola* (média de 3 repetições)

	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						-	mg kg ⁻¹				
Solo 1												
T	2,39	22,19	0,83	2,39	1,72	3,06	0,35	10,8	147,3	186,4	67,2	35,1
V30	2,49	20,91	1,15	5,43	1,73	2,97	0,21	10,5	142,0	235,4	74,9	48,9
V50	2,95	20,91	5,51	5,99	1,77	2,35	0,92	9,9	145,4	203,1	70,8	64,6
V70	3,23	21,42	5,50	5,84	1,86	2,62	0,94	10,9	143,4	155,4	66,9	80,8
V90	3,16	21,68	4,67	6,38	1,97	2,37	0,73	9,3	141,6	125,0	58,2	97,5
Média	2,84	21,42	3,53	5,21	1,81	2,67	0,63	10,3	143,9	181,1	67,6	65,4
C.V.	5,64	4,52	7,34	3,92	5,96	3,99	9,75	4,79	3,95	4,00	4,70	6,78
Teste F	**	ns	**	**	ns	**	**	*	ns	**	**	**
Reg.L. /R ²	**/77,04	-	**/64,93	**/66,94	-	**/63,86	**/48,74	*/25,32	-	**/55,33	**/36,46	**/97,27
Reg.Q. /R ²	ns	-	**/79,23	**/89,15	-	*/68,66	**/59,62	ns	-	**/84,44	**/77,19	ns
Equação *	2,27233+ 0,01143v	-	-2,42653+ 0,19127v- 0,00119v ²	1,36990+ 0,14411v- 0,00102v ²	-	3,28269- 0,0189v+ 0,0001v ²	0,00451+ 0,02242v- 0,00015v ²	10,92167- 0,01283v	-	178,8685+ 2,09348v- 0,03107v ²	64,23357+ 0,45181v- 0,00582v ²	26,22867+ 0,78327v
Solo 2												
T	2,11	18,11	1,00	4,19	1,98	11,88	0,24	11,2	199,9	390,0	48,5	0,2
V35	2,15	16,58	2,17	6,64	1,97	11,03	0,33	9,2	141,4	445,6	46,2	1,5
V55	1,97	17,60	2,64	8,28	1,91	11,93	0,32	6,4	130,7	412,6	22,0	3,1
V75	2,05	15,81	3,14	8,75	1,97	11,90	0,36	6,5	133,5	404,7	25,1	6,0
V95	2,06	15,76	3,55	8,06	1,86	11,10	0,44	5,6	133,2	385,7	24,8	7,2
Média	2,07	16,77	2,50	7,18	1,94	11,57	0,34	7,8	147,7	407,7	33,3	3,6
C.V.	4,42	6,85	4,04	3,01	4,29	8,55	4,05	3,94	4,94	2,25	5,96	20,54
Teste F	ns	ns	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
Reg.L. /R ²	-	-	**/93,86	**/70,15	-	-	**/87,08	**/86,81	**/54,83	*/9,63	**/69,30	**/93,17
Reg.Q. /R ²	-	-	**/97,94	**/98,78	-	-	ns	**/94,86	**/87,93	**/52,89	**/79,58	ns
Equação *	-	-	0,52882+ 0,05708v- 0,00027v ²	1,51113+ 0,19570v- 0,00133v ²	-	-	0,218167+ 0,002167v	13,6681- 0,16986v+ 0,00090v ²	238,2744- 3,2598v+ 0,02321v ²	371,9771+ 2,19377v- 0,02220v ²	64,52476- 0,95519v+ 0,00557v ²	-1,4903+ 0,09233v

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

Tabela 63- Teor de minerais 3° corte - *B. humidicola* (média de 3 repetições)

	g kg ⁻¹										mg kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	S	Na	Ca/Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B		
Solo 1														
T	2,56	23,46	1,40	1,57	2,22	3,49	0,90	16,1	147,7	187,9	58,6	10,2		
V30	2,98	23,46	2,01	2,33	2,34	3,27	0,87	19,3	161,1	186,8	64,4	22,5		
V50	2,80	23,97	2,21	2,92	2,15	3,06	0,76	19,6	157,0	174,0	66,7	48,2		
V70	2,88	25,50	2,48	3,43	2,38	2,89	0,72	16,8	156,2	169,3	69,5	48,9		
V90	3,14	24,74	3,23	4,46	2,43	3,10	0,72	17,9	151,5	149,1	70,2	56,6		
Média	2,87	24,23	2,27	2,94	2,30	3,16	0,79	17,9	154,7	173,4	65,9	37,3		
C.V.	6,22	6,42	8,37	6,04	5,34	4,73	8,30	8,59	9,34	8,55	6,68	15,04		
Teste F	*	ns	**	**	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	**		
Reg.L. /R ²	**/38,59	-	**/88,96	**/96,46	-	**/47,57	**/59,01	-	-	-	-	**/84,41		
Reg.Q. /R ²	ns	-	ns	ns	-	*/67,96	ns	-	-	-	-	*/89,33		
Equação [#]	2,58896+ 0,00633v- 0,00001v ²	-	1,24050+ 0,02055v ²	1,22183+ 0,03442v	-	3,72152- 0,0217v+ 0,00016v ²	0,91767- 0,00250v	-	-	-	-	-2,83106+ 1,20345v- 0,00608v ²		
Solo 2														
T	2,19	19,13	1,25	3,84	2,42	9,79	0,33	18,7	155,5	374,3	40,1	6,2		
V35	2,18	20,15	1,36	3,89	2,48	8,93	0,35	15,4	172,4	339,6	40,4	11,7		
V55	2,30	20,40	1,96	3,97	2,63	9,01	0,50	12,3	166,5	365,8	40,3	16,1		
V75	2,54	20,40	1,94	4,15	2,66	9,10	0,47	12,8	160,9	285,8	40,6	24,5		
V95	2,57	19,64	2,32	4,48	2,60	8,67	0,52	12,7	161,2	285,4	39,6	32,3		
Média	2,36	19,94	1,77	4,07	2,56	9,10	0,43	14,4	163,3	330,2	40,2	18,2		
C.V.	5,90	3,96	6,34	2,81	3,46	5,05	6,00	6,40	8,80	5,05	5,65	14,62		
Teste F	*	ns	**	**	*	ns	**	**	ns	**	ns	**		
Reg.L. /R ²	**/61,31	-	**/87,15	**/76,04	**/42,78	-	**/76,28	**/66,02	-	**/65,38	-	**/93,32		
Reg.Q. /R ²	ns	-	ns	*/85,67	ns	-	*/79,82	**/88,30	-	ns	-	ns		
Equação [#]	2,04550+ 0,00563v	-	1,02017+ 0,01363v	3,89851- 0,00505v+ 0,00012v ²	2,41108+ 0,00268v	-	0,23876+ 0,00510v- 0,00002v ²	22,33414- 0,26827v+ 0,00178v ²	-	393,8767- 1,15800v	-	0,27833+ 0,32513v		

* - Significativo ao nível de 5%; ** - Significativo ao nível de 1%; # - Refere-se a equação de maior grau que foi significativa.

4.5 ANÁLISE BROMATOLÓGICA

Os resultados dos parâmetros analisados (Matéria mineral, Proteína Bruta, Fibra em detergente neutro, Fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica) estão apresentados nas **Tabelas 64 a 71**.

O comportamento dos teores de MM nas folhas das forrageiras tiveram um comportamento completamente distinto entre os solos e espécies. As espécies do gênero *Echinochloa* tiveram comportamento idêntico, quando cultivadas no solo1, tendo seus valores de MM sempre acrescidos com as doses crescentes de calcário, fenômeno este explicado por curvas quadráticas no primeiro corte e por modelos lineares no segundo e terceiro corte; quando cultivada no solo2, apresentaram no primeiro corte reduções nos teores de matéria mineral com o aumento da calagem, explicadas por modelos quadráticos e não apresentando efeito significativo nos demais cortes. As espécies do gênero *Brachiaria* também tiveram comportamento bem semelhante não demonstrando efeitos significativo para nenhum corte quando cultivadas no solo1, e apresentando reduções em 2 dos 3 corte realizados para a *B. mutica* e em apenas 1 corte para a *B. humidicola*, quando cultivadas no solo2.

Os aumento MM observado nas plantas cultivada no solo 1 podem ser explicados pelos aumentos altamente significativos nos teores de Ca e Mg ocorridos nos tecidos foliares. Como possível causa para a ocorrência na redução da MM no solo 2, tem-se que este solo já possuía naturalmente altos teores de Mg, sendo inclusive em dois dos casos em que a MM foi significativa, os teores de Mg não o foram. Pode-se também observar que mesmo quando os teores de Mg foram significativos os acréscimos nos teores foram menores que para o solo1, somando-se a menor elevação de Mg tem-se que este solo possuía elevadas concentrações de Na e que as plantas cultivadas nele também apresentaram elevadas concentrações deste elemento, que foram significativamente reduzidas pela calagem, de modo que os aumentos na concentração de Ca podem não ter compensado as reduções em Na, causando desta forma uma redução geral da MM. Não

se pode também descartar o efeito de diluição, já que com exceção da *B. humidicola*, em todas as vezes que foi verificado efeito de redução na MM este foi acompanhado pelo aumento de MSF. E ainda, alterações podem ter ocorrido nos teores de silício, já que sabidamente as gramíneas acumulam este elemento, não podendo se afirmar porém a participação deste no fenômeno pois os teores deste, como sabido, não foram analisados.

De forma geral, os teores de proteína bruta ($N \text{ total} \times 6,25$) não foram afetados pelas doses de calcário aplicadas ao solo em ambos os solos, pois dos 24 cortes realizados, em apenas 3 situações este parâmetro foi afetado significativamente. A nulidade de efeito para teores de nitrogênio está de acordo com resultados obtidos por Abruña & Figarella (1957), Werner et al. (1979), Luz et al. (1999), Premazzi (1991) para a *B. brizantha* e por Mitidieri (1995), para o segundo corte realizado em 3 variedades de *Panicum* e *B. brizantha* e para os dois cortes do *Andropogon*.

Os efeitos significativos para PB foram observados em 2 ocasiões para a *B. mutica*, quando cultivada no solo₂, onde apresentou redução nos teores com o aumento da saturação de bases, porém nestes mesmos cortes houve aumento do parâmetro MSF, altamente significativo no primeiro corte e apenas numérico no segundo corte, ou seja, possivelmente ocorreu o fenômeno de diluição do N com o aumento da produção, fenômeno este, também encontrado por Mitidieri (1995) e Gonçalves et al. (2000). Na outra ocasião em que foi verificado efeito significativo, este ocorreu com *E. polystachya* no primeiro corte, quando cultivada no solo₁, mostrando mais uma vez o comportamento inverso entre MSF e PB, já que neste corte a MSF teve um comportamento quadrático com ponto de máxima e a PB um comportamento quadrático com ponto de mínima.

Os valores de FDN foram significativamente alterados em 9 dos 24 cortes realizados, em oito observações mostrando reduções com o aumento da doses de calcário e em apenas uma ocasião mostrando um efeito quadrático com ponto de máxima. Os teores de FDA mostraram o mesmo tipo de comportamento de redução em 5 ocasiões. Porém todas as ocorrências de significância estatística nos teores de FDN e/ou FDA ocorreram em situações onde os teores de MM também foram significativos,

ou que pelo menos tiveram tendência numérica com comportamento justamente oposto ao das frações de fibra. Este comportamento mostra que a calagem mudou a partição dos constituintes do tecido foliar, quando houve aumento da fração mineral, pelo menos em parte, ocorreu redução de tecido fibroso. Os teores de lignina nas folhas não foram alterados significativamente em nenhuma espécie, cultivadas em ambos os solos. A não significância para os teores de FDA, FDN na maioria das oportunidades e a não significância em todos os casos para a lignina estão de acordo com trabalho realizado por Luz et al. (1999) o qual não verificou efeito significativo para estes parâmetros.

A digestibilidade foi praticamente indiferente aos tratamentos pois das 24 cortes realizados, somente em 2 ocasiões ocorrerem efeitos significativos, em um dos casos apresentando um modelo quadrático, mostrando um ponto de máximo na saturação de 59,64 % que ocorreu no segundo Corte da *E. polystachya* cultivada no solo2 e ainda um modelo linear crescente para o 3º corte da *E. pyramidalis* quando cultivada no solo1, tendo ambos os modelos coeficientes de determinação próximos de 50%, o que mostra equações que pouco explicam o fenômeno. E ainda, do ponto de vista biológico, as diferenças encontradas de 2,03% e 2,92% entre o menor e maior valor observado, respectivamente para os dois casos citados, provavelmente não irão interferir no desempenho de ruminantes que estiverem pastando desta forragem. Luz et al. (1999) também não verificaram efeitos da calagem neste parâmetro.

Tabela 64 – Análises bromatológicas *E. polystachya* cultivada no solo 01

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	10,40	29,24	60,15	26,90	1,72	82,51
	V30	11,90	28,43	57,29	26,04	1,69	81,90
	V50	12,25	29,18	55,85	25,11	1,66	82,07
	V70	12,79	29,28	54,53	24,95	1,67	81,80
	V90	12,84	30,82	53,64	24,13	1,61	83,07
Média		12,04	29,39	56,29	25,43	1,67	82,27
C.V.		2,79	2,50	1,84	1,58	2,43	0,88
Estatística	Teste F	**	*	**	**	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/76,96	*/33,14	**/83,58	**/86,38	-	-
	Reg.Q. /R ²	**/88,91	*/57,45	ns	ns	-	-
	Equação [#]	9,78225+ 0,07670v- 0,00048v ²	29,62101- 0,05251v+ 0,00073v ²	60,23550- 0,07888v	27,08683- 0,03322v	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	7,20	14,79	63,29	29,88	2,15	78,63
	V30	8,03	14,28	60,54	28,83	2,15	78,97
	V50	8,35	14,54	59,69	28,53	2,12	79,00
	V70	8,52	14,94	58,77	28,14	2,10	78,72
	V90	9,35	14,74	58,05	28,18	2,11	77,22
Média		8,29	14,66	60,07	28,71	2,13	78,51
C.V.		6,97	5,27	1,14	1,79	1,79	1,23
Estatística	Teste F	*	ns	**	*	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/64,47	-	**/83,02	**/57,82	-	-
	Reg.Q. /R ²	ns	-	*/89,33	ns	-	-
	Equação [#]	7,09583+ 0,02388v	-	64,34444- 0,13262v+ 0,00071v ²	29,73550- 0,02048v	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	8,89	18,68	61,89	29,77	2,01	79,27
	V30	9,15	17,57	61,00	29,39	2,10	78,61
	V50	9,16	17,21	60,96	29,67	2,11	77,95
	V70	11,35	17,40	58,33	28,29	2,09	78,02
	V90	11,15	18,01	58,76	28,52	2,07	78,57
Média		9,94	17,77	60,19	29,13	2,08	78,48
C.V.		4,59	4,16	1,23	2,00	2,08	0,81
Estatística	Teste F	**	ns	**	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/70,48	-	**/70,23	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	ns	-	ns	-	-	-
	Equação [#]	7,53567+ 0,02103v	-	64,00283- 0,03835v	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 65 – Análises bromatológicas *E. polystachya* cultivada no solo 02

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	13,14	26,16	56,08	27,47	1,81	79,78
	V30	13,14	27,55	55,01	26,94	1,75	81,00
	V50	12,25	27,57	54,86	26,66	1,78	80,59
	V70	12,44	27,69	53,92	26,23	1,77	80,54
	V90	12,42	28,08	54,20	26,35	1,79	80,65
Estatística	Média	12,68	27,41	54,81	26,73	1,78	80,51
	C.V.	1,66	7,22	1,81	3,03	2,96	1,30
	Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/52,00	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	*/60,69	-	-	-	-	-
	Equação [#]	13,68197- 0,03108v+ 0,00019v ²	-	-	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	11,69	15,53	60,06	29,80	2,18	77,16
	V30	12,01	15,65	58,20	29,15	2,13	77,63
	V50	11,75	16,39	57,78	28,48	2,07	78,73
	V70	11,12	15,48	58,85	28,86	2,12	78,36
	V90	11,23	15,41	58,27	28,94	2,15	77,48
Estatística	Média	11,56	15,69	58,63	29,05	2,13	77,87
	C.V.	4,78	3,75	1,65	1,69	1,71	0,70
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	*
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	ns
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	**/53,23
	Equação [#]	-	-	-	-	-	75,83833+ 0,08875v- 0,00074v ²
3º Corte							
Tratam.	T	11,35	19,32	58,33	28,29	2,01	78,93
	V30	11,15	18,68	58,76	28,52	2,06	78,19
	V50	11,43	19,21	57,39	28,00	2,02	78,53
	V70	10,84	19,05	57,58	27,90	1,99	79,66
	V90	10,90	18,95	57,92	28,16	2,01	79,41
Estatística	Média	11,13	19,04	58,00	28,17	2,02	78,94
	C.V.	2,71	4,70	1,58	1,70	2,21	0,85
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 66 – Análises bromatológicas *E. pyramidalis* cultivada no solo 01

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	10,96	25,78	59,38	25,97	1,66	84,43
	V30	11,66	27,41	57,62	25,54	1,63	85,94
	V50	11,80	27,75	55,96	24,82	1,61	86,40
	V70	11,81	27,27	55,70	24,75	1,65	85,91
	V90	11,61	27,76	55,66	24,80	1,64	86,66
Estatística	Média	11,57	27,19	56,86	25,18	1,64	85,87
	C.V.	2,49	6,64	1,40	2,13	2,84	1,29
	Teste F	*	ns	**	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	*/27,08	-	**/69,27	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	*/61,90	-	*/82,49	-	-	-
	Equação [#]	10,61725+ 0,04180v- 0,00035v ²	-	60,67344- 0,13315v+ 0,00086v ²	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	8,53	19,35	63,61	28,96	1,97	81,49
	V30	9,91	20,46	60,36	27,96	1,93	83,32
	V50	10,07	19,83	59,61	27,78	1,96	82,93
	V70	10,62	20,81	57,87	27,31	1,90	83,97
	V90	11,18	22,01	55,42	26,05	1,82	84,11
Estatística	Média	10,06	20,49	59,37	27,61	1,92	83,16
	C.V.	5,60	7,10	2,45	2,71	3,62	
	Teste F	**	ns	**	**	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/72,34	-	**/81,04	**/65,90	-	-
	Reg.Q. /R ²	ns	-	ns	ns	-	-
	Equação [#]	8,56100+ 0,03003v	-	64,08833- 0,09430v	29,22867- 0,03240v	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	8,69	20,89	65,93	30,37	2,06	80,02
	V30	9,53	21,62	62,38	29,10	1,99	81,10
	V50	9,55	20,69	62,22	29,12	2,01	82,24
	V70	10,16	20,37	61,08	28,98	2,03	81,36
	V90	10,14	20,43	60,09	28,41	1,98	82,36
Estatística	Média	9,61	20,80	62,34	29,20	2,01	81,42
	C.V.	3,62	3,05	0,59	1,30	1,50	0,82
	Teste F	**	ns	**	**	ns	**
	Reg.L. /R ²	**/67,62	-	**/84,12	**/64,02	-	**/47,75
	Reg.Q. /R ²	ns	-	**/90,22	ns	-	ns
	Equação [#]	8,73283+ 0,01765v	-	66,83861- 0,13875v+ 0,00074v ²	30,20367- 0,02017v	-	80,17950+ 0,02472v

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 67 – Análises bromatológicas *E. pyramidalis* cultivada no solo 02

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMS
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	13,60	24,47	55,28	23,44	1,72	84,89
	V30	12,83	25,82	55,65	23,76	1,71	85,36
	V50	12,60	24,21	54,82	23,62	1,72	84,93
	V70	12,42	25,77	55,05	23,45	1,71	85,98
	V90	12,72	27,85	53,82	22,98	1,66	87,40
Estatística	Média	12,83	25,62	54,92	23,45	1,70	85,71
	C.V.	2,64	7,08	1,54	1,58	3,01	1,16
	Teste F	*	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/39,41	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	*/67,40	-	-	-	-	-
	Equação [#]	14,30440- 0,05384v+ 0,00039v ²	-	-	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	12,32	14,39	59,40	27,70	2,08	79,63
	V30	12,08	15,33	58,66	27,14	2,07	80,17
	V50	12,46	15,84	57,94	27,37	2,05	81,12
	V70	12,31	15,77	57,87	27,21	2,05	80,66
	V90	12,09	16,02	57,04	26,69	2,00	82,14
Estatística	Média	12,25	15,47	58,18	27,22	2,05	80,74
	C.V.	3,82	8,02	1,71	2,45	3,10	1,95
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	12,20	22,32	60,51	28,76	1,95	83,33
	V30	11,78	22,55	60,34	28,89	1,96	83,31
	V50	12,24	21,51	59,38	28,84	1,99	83,35
	V70	12,40	21,89	58,33	27,86	1,97	83,60
	V90	11,63	20,60	60,40	29,45	2,07	83,06
Estatística	Média	12,05	21,77	59,79	28,76	1,99	83,33
	C.V.	3,97	4,65	1,66	1,94	1,53	0,74
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 68 – Análises bromatológicas *B. mutica* cultivada no solo 01

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	9,52	29,82	51,96	23,08	1,63	82,87
	V30	9,51	28,42	52,27	22,94	1,64	83,13
	V50	9,23	28,95	51,51	22,59	1,63	83,41
	V70	9,80	30,98	49,57	22,27	1,60	84,57
	V90	9,25	29,79	51,01	22,50	1,61	84,83
Estatística	Média	9,46	29,59	51,26	22,68	1,62	83,76
	C.V.	5,14	4,37	2,63	1,82	2,92	1,44
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
Equação [#]		-	-	-	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	5,28	21,52	58,92	25,06	1,77	82,97
	V30	5,65	21,02	57,57	24,63	1,76	83,31
	V50	5,84	22,50	56,27	24,03	1,73	84,09
	V70	6,41	21,90	55,05	23,77	1,72	83,52
	V90	6,01	22,21	55,96	24,29	1,78	82,90
Estatística	Média	5,84	21,83	56,75	24,36	1,75	83,36
	C.V.	8,21	3,87	2,23	3,00	2,38	1,13
	Teste F	ns	ns	*	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	**/49,17	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	ns	-	-	-
Equação [#]		-	-	58,86000- 0,04213v	-	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	6,84	21,10	56,74	24,34	1,75	79,38
	V30	7,17	23,87	58,95	25,98	1,74	80,49
	V50	7,24	24,31	58,34	25,82	1,71	80,91
	V70	7,39	23,05	57,10	24,85	1,69	81,00
	V90	7,98	23,53	56,05	25,20	1,68	79,79
Estatística	Média	7,32	23,17	57,44	25,24	1,73	80,31
	C.V.	7,06	4,18	2,28	1,98	3,05	1,28
	Teste F	ns	**	ns	ns	-	ns
	Reg.L. /R ²	-	*	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	**/47,69	-	-	-	-
Equação [#]		-	20,24950+ 0,13270v- 0,00113v ²	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 69 – Análises bromatológicas *B. mutica* cultivada no solo 2

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	10,08	32,61	51,25	21,10	1,69	84,39
	V30	9,49	30,62	54,78	22,29	1,67	86,20
	V50	9,15	28,69	55,32	22,58	1,66	85,36
	V70	9,26	27,50	54,44	22,71	1,67	84,12
	V90	9,69	28,62	52,65	22,22	1,68	84,81
Estatística	Média	9,53	29,61	53,69	22,18	1,67	84,98
	C.V.	2,70	5,41	1,41	2,78	2,38	1,38
	Teste F	**	*	**	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	ns	**/48,72	ns	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	**/70,80	ns	**/82,37	-	-	-
	Equação [#]	10,79419- 0,05375v+ 0,00044v ²	32,55317- 0,05403v	48,21758+ 0,24941v- 0,00216	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	8,76	23,18	55,47	24,82	1,78	80,43
	V30	7,61	20,96	58,28	26,10	1,84	80,52
	V50	8,13	20,09	57,60	26,09	1,83	79,88
	V70	7,57	19,82	56,93	25,80	1,85	79,69
	V90	7,63	20,38	57,14	26,15	1,84	80,07
Estatística	Média	7,94	20,89	57,08	25,79	1,83	80,12
	C.V.	4,26	4,59	2,08	2,52	2,45	0,98
	Teste F	**	*	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/37,00	**/43,96	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	ns	*/69,97	-	-	-	-
	Equação [#]	8,57325- 0,01155v	25,18222- 0,15434v+ 0,00110v ²	-	-	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	8,63	23,61	57,05	25,20	1,73	81,37
	V30	8,36	23,88	56,53	25,25	1,68	81,93
	V50	8,73	24,00	55,91	25,07	1,72	81,39
	V70	8,25	23,31	56,92	25,63	1,75	81,07
	V90	8,32	22,68	56,98	25,69	1,82	80,17
Estatística	Média	8,46	23,50	56,68	25,37	1,74	81,19
	C.V.	5,69	3,45	2,26	3,55	3,23	1,56
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 70 – Análises bromatológicas *B. humidicola* cultivada no solo 01

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	10,06	27,31	55,72	24,90	1,58	85,92
	V30	9,89	25,97	56,06	24,88	1,59	85,11
	V50	9,54	27,24	55,52	24,20	1,58	85,74
	V70	9,75	26,44	55,55	24,53	1,55	85,87
		9,35	25,93	56,16	24,62	1,60	85,50
Estatística	Média	9,72	26,58	55,80	24,63	1,58	85,63
	C.V.	3,63	3,75	1,25	1,24	1,71	0,32
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
Equação [#]		-	-	-	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	7,40	20,16	60,88	25,58	1,73	84,21
	V30	8,08	21,40	57,90	25,87	1,71	84,35
	V50	7,79	22,07	58,05	25,52	1,69	84,41
	V70	8,03	22,23	58,20	25,94	1,68	84,92
	V90	8,06	22,98	56,81	24,88	1,66	85,37
Estatística	Média	7,87	21,77	58,37	25,56	1,69	84,65
	C.V.	6,10	5,41	1,50	1,77	3,69	1,55
	Teste F	ns	ns	**	*	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	**/52,77	**/49,28	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	ns	ns	-	-
Equação [#]		-	-	60,329500- 0,03922v	26,58783- 0,01658v	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	7,51	22,93	60,52	26,76	1,72	85,16
	V30	7,83	23,50	59,29	26,58	1,68	85,37
	V50	7,90	24,33	58,40	26,12	1,65	84,97
	V70	7,82	24,12	58,79	26,12	1,65	85,62
	V90	8,02	24,99	57,70	25,73	1,63	85,74
Estatística	Média	7,82	23,97	58,94	26,26	1,67	85,37
	C.V.	5,34	5,56	2,01	2,35	3,92	0,88
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
Equação [#]		-	-	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

Tabela 71 – Análises bromatológicas *B. humidicola* cultivada no solo 02

		MM	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMO
		%					
1º Corte							
Tratam.	T	10,02	27,81	53,40	23,18	1,52	86,98
	V30	10,06	26,48	54,32	23,76	1,55	86,52
	V50	10,16	26,62	53,92	23,34	1,48	86,76
	V70	9,69	27,86	53,27	23,17	1,49	86,92
	V90	9,67	27,54	53,18	23,33	1,50	86,53
Estatística	Média	9,92	27,26	53,62	23,36	1,51	86,74
	C.V.	5,80	4,37	1,66	2,10	1,44	0,56
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-
2º Corte							
Tratam.	T	9,18	21,03	57,39	25,70	1,76	83,31
	V30	9,28	21,29	58,07	26,21	1,75	83,63
	V50	9,07	21,54	57,73	25,46	1,69	85,17
	V70	8,37	21,75	58,25	25,84	1,69	85,10
	V90	8,24	21,79	58,53	25,91	1,73	84,55
Estatística	Média	8,83	21,48	57,99	25,82	1,72	84,35
	C.V.	4,99	5,92	2,19	2,72	3,47	0,98
	Teste F	*	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	**/48,83	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	ns	-	-	-	-	-
	Equação [#]	9,59300- 0,01393v	-	-	-	-	-
3º Corte							
Tratam.	T	8,24	21,88	59,38	26,33	1,73	84,86
	V30	8,13	22,12	59,51	26,42	1,74	84,67
	V50	8,12	22,94	58,63	25,93	1,69	84,65
	V70	7,79	22,52	59,23	26,31	1,70	85,03
	V90	8,05	22,96	58,22	25,58	1,68	85,00
Estatística	Média	8,07	22,48	58,99	26,11	1,71	84,84
	C.V.	4,67	2,56	1,35	1,28	2,76	0,69
	Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Reg.L. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Reg.Q. /R ²	-	-	-	-	-	-
	Equação [#]	-	-	-	-	-	-

MM, PB, FDN, FDA e Lignina estão expressos em base de matéria seca e DIVMO em base de matéria orgânica.

5 CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados deste trabalho permitem as seguintes conclusões:

✎ Existem diferenças entre as espécies quanto à necessidade de calcário, podendo-se classificar deste modo as espécies avaliadas na seguinte ordem decrescente em relação à necessidade de calagem: *B.mutica* > *E. pyramidalis* > *E. polystachya* > *B. humidicola*.

✎ O benefício da calagem está estreitamente relacionado ao fornecimento de cálcio e em menor grau ao de magnésio, já que em todas as ocasiões em que a calagem interferiu significativamente a produção, 90% desta foi alcançada na primeira dose de calcário utilizada (V30 para o solo 1 e V35 para o solo 2), situação esta em que os solos ainda apresentavam elevada acidez e altos teores de Al trocável.

✎ A composição das folhas, na maioria das oportunidades apresentam aumentos nos teores de Ca e Mg, relação Ca/Mg e B; reduções nos teores de Na, Fe, Mn e Zn e efeitos não significativos para P, K, S, PB, FDN, FDA, DIVMO e lignina em função das crescentes saturações por bases avaliadas. Contudo variações ocorrem nas diferentes espécies, bem como entre os solos avaliados.

✎ A metodologia empregada para determinação da CTC do solo não se mostrou adequada para ambos os solos avaliados.

ANEXO

Tabela 1-Equações de regressão dos parâmetros das análises de solo

Pós Incubação solo 1					
pH	3,2279+0,0561v-0,0003v ²	Ca	-1,5042+0,2426v+0,0003v ²	R	0,2336+0,01716v-0,0001v ²
MO	28,2600-0,0340v	Mg	-0,0413+0,2826v	Vv	-5,6125+1,5818v-0,0075v ²
P	9,5694-0,03183v+0,00072v ²	Al	11,9461-0,3266v+0,0022v ²	Vf	0,3881+0,9592v
S	10,5625+0,0338v	CTC	67,7535-0,7975v+0,0088v ²	m	80,8058-2,4309v+0,0174v ²
Pós Incubação solo 2					
pH	3,2063+0,05397v-0,0002v ²	Ca	-9,0925+0,7235v	R	-0,0659+0,0162v-0,0001v ²
MO	38,0300-0,046v	Mg	-0,1388+1,1599v-0,0027v ²	Vv	-22,5882+2,3118v-0,01232v ²
P	1,099+0,0190v	Al	32,7236-0,9072v+0,0060v ²	Vf	-4,0435+1,1963v-0,0017v ²
K	2,9626-0,0187v	CTC	241,0940-3,9064v+0,0338v ²	m	75,4664-2,1890v+0,0149v ²
E. polystachya após 1º Corte solo 1					
pH	3,4718+0,0271v	Al	13,2056-0,2438v+0,0011v ²	Cu	3,4483-0,0088v
MO	28,6567+0,020v	R	0,1840+0,0252v-0,0002v ²	Fe	103,9572+0,1322v-0,0029v ²
Ca	-2,1000+0,2480v	V	-0,3120+0,7501v	Mn	16,2117-0,1178v
Mg	-0,6938+0,2394v-0,0005v ²	m	88,9503-2,0703v+0,0119v ²	Zn	6,7729-0,0556v+0,0003v ²
E. polystachya após 1º Corte solo 2					
pH	3,7329+0,0252v	Al	29,3701-0,7278v+0,0044v ²	Fe	88,8936+0,2293v-0,0064v ²
P	60,0250+0,2650v	R	-0,0798+0,0182v-0,0001v ²	Mn	62,6575-0,2905v
Ca	-7,5267+0,6213v	V	-0,4081+0,8493v	Zn	5,3858-0,0155v
Mg	4,7317+0,7090v	m	76,3537-2,0811v+0,0136v ²		
E. pyramidalis após 1º Corte solo 1					
pH	3,251+0,0250v	R	0,2333+0,0206v-0,0001v ²	Fe	102,2623+0,7874v-0,0099v ²
Ca	-0,4558+0,1130v+0,0015v ²	V	2,9088+0,4684v+0,0034v ²	Mn	17,023-0,1343v
Mg	-0,5483+0,2062v	m	85,2220-1,8729v+0,0103v ²	Zn	7,9133-0,0407v
Al	10,9967-0,1270v	B	0,7835+0,0049v		
E. pyramidalis após 1º Corte solo 2					
pH	3,4323+0,0424v-0,0002v ²	Al	37,7831-1,0675v+0,0072v ²	Fe	103,0000-0,3680v
Mo	41,0908+0,0668v-0,0009v ²	R	-0,0910+0,0188v-0,0001v ²	Mn	69,3833-0,4033v
P	67,3333+0,1333v	V	0,3133+0,8320v	Zn	4,4842+0,0333v-0,0004v ²
Ca	-6,9800+0,5987v	m	84,5338-2,4546v+0,0168v ²		
Mg	4,8233+0,6993v	B	0,9461+0,0340v-0,0003v ²		
B.mutica após 1º Corte solo 1					
pH	3,4523+0,0248v	Al	11,9604-0,1926v+0,0006v ²	Cu	5,1358-0,0560v+0,0004v ²
Mo	29,4933+0,0427v	R	0,3086+0,0202v-0,0001v ²	Mn	18,5217-0,1235v
P	112,6559-1,2414v+0,0086v ²	V	1,6418+0,6182v+0,0011v ²	Zn	9,4989-0,1171v+0,0007v ²
Ca	-0,6895+0,1616v+0,0009v ²	m	87,8719-2,0412v+0,0118v ²		
Mg	0,2917+0,1768v	B	0,8617+0,0048v		
B.mutica após 1º Corte solo 2					
pH	3,7664+0,0268v	Al	25,2111-0,7063v+0,0047v ²	B	1,5898+0,0172v-0,0002v ²
K	4,1709-0,0548v+0,0003v ²	R	-0,0974+0,0213v-0,0001v ²	Fe	109,1594+0,5572v-0,0104v ²
Ca	-6,8542+0,6178v	V	-0,2043+0,8331v	Mn	64,3233-0,4313v
Mg	3,1192+0,7085v	m	69,1691-2,0095v+0,0137v ²	Zn	4,8923+0,0634v-0,0009v ²

R- relação Ca/Mg

Tabela 2- Equações de regressão dos parâmetros das análises de solo (continuação).

<i>B.humidicola</i> após 1º Corte solo 1				
pH	3,2918+0,0219v	Mg	-0,1271+0,1831v+0,0006v ²	B 0,8017+0,0092v
MO	31,6733+0,035v	Al	12,3886-0,1735v+0,0004v ²	Cu 3,1800-0,0093v
P	64,9976-0,3847v+0,0048v ²	R	0,3040+0,0196v-0,0001v ²	Fe 144,4652-1,1129v+0,0063v ²
K	1,7917+0,0088v	V	1,6254+0,5623v+0,0042v ²	Mn 14,3648-0,1471v+0,0006v ²
Ca	-0,7735+0,1381v+0,0017v ²	m	86,7856-1,9425v+0,011v ²	Zn 7,4233-0,0350v
<i>B.humidicola</i> após 1º Corte solo 2				
pH	3,6504+0,0263v	Al	36,2192-0,9688v+0,0063v ²	Cu 2,6842-0,0038v
MO	40,7908+0,0428v	R	-0,1016+0,0217v-0,0001v ²	Fe 103,2933-0,3973v
K	4,2604-0,0501v+0,0004v ²	V	-0,4908+0,8585v	Mn 59,2217-0,4077v
Ca	-7,1542+0,6352v	m	82,9899-2,3269v+0,0156v ²	Zn 6,7624-0,0592v+0,0003v ²
Mg	2,9342+0,7142v	B	2,0670+0,0044v	
<i>E. polystachya</i> após 2º Corte solo 1				
pH	3,5050-0,0038v+0,0002v ²	Al	15,5250-0,1558v	B 0,4639-0,0013v+0,0001v ²
P	49,8357-0,4886v+0,0035v ²	R	0,1961+0,05383v-0,0005v ²	Cu 3,4550-0,0155v
Ca	-0,4692+0,1263v+0,0008v ²	V	4,6155+0,1905v+0,0039v ²	Mn 4,6407+0,2181v-0,0025v ²
Mg	1,3673-0,0095v+0,0015v ²	m	91,7709-1,3084v+0,0037v ²	
<i>E. polystachya</i> após 2º Corte solo 2				
pH	3,6434+0,025v	Al	62,4149-1,6131v+0,010v ²	Cu 1,8808+0,0035v
P	38,0899-0,4498v+0,0051v ²	R	-0,1902+0,0242v-0,0002v ²	Fe 133,3167-0,4300v
Ca	-7,0592+0,5408v	V	-1,9174+0,7087v	Mn 48,1383-0,2163v
Mg	2,3725+0,5685v	m	113,7886-2,9445v+0,0185v ²	Zn 6,4132-0,063v+0,0005v ²
<i>E. pyramidalis</i> após 2º Corte solo 1				
pH	3,4969-0,0058v+0,0002v ²	Al	20,9298+0,0328v-0,0027v ²	Cu 2,6988+0,033v-0,0004v ²
P	67,4071-0,5624v+0,0037v ²	R	0,3189+0,0566v-0,0005v ²	Fe 134,3840+0,5214v-0,0066v ²
K	1,5183-0,0032v	V	6,7889-0,055v+0,0068v ²	Mn 3,8989+0,1765v-0,0018v ²
Ca	0,7958+0,0250v+0,0019v ²	m	90,5798-0,4351v-0,0055v ²	Zn 3,2440+0,0491v-0,0005v ²
Mg	1,6912-0,0569v+0,0021v ²	B	0,4158-0,0037v+0,00003v ²	
<i>E. pyramidalis</i> após 2º Corte solo 2				
pH	3,4796+0,0235v	Ca	-5,4275+0,4698v	V -0,5833+0,6600v
MO	41,6000-0,0200v	Mg	2,6900+0,5647v	m 112,9234-2,5351v+0,0142v ²
P	46,5000-0,5867v+0,0067v ²	Al	71,0122-1,5677v+0,0086v ²	Fe 96,3515+0,3897v-0,0060v ²
K	1,8375-0,0052v	R	-0,1393+0,0215v-0,0001v ²	Mn 29,3832+0,1929v-0,0029v ²
<i>B.mutica</i> após 2º Corte solo 1				
pH	3,5928-0,0062v+0,0002v ²	Al	24,2667-0,2267v	Fe 181,2361+0,9237v-0,012v ²
P	60,3011-0,6609v+0,0042v ²	R	0,3824+0,0486v-0,0004v ²	Mn 5,2248+0,1925v-0,0023v ²
K	1,1667-0,0047v	V	5,5224+0,0857v+0,0047v ²	Zn 4,3783+0,0180v-0,0003v ²
Ca	0,5907+0,0654v+0,0013v ²	m	98,1217-0,9881v	
Mg	1,3359-0,0054v+0,0013v ²	Cu	3,7300-0,0170v	
<i>B.mutica</i> após 2º Corte solo 2				
pH	3,5952+0,027v	Mg	2,3108+0,5828v	B 1,8103-0,0047v
MO	38,2336+0,1342v-0,0009v ²	Al	52,8800-1,2668v+0,0074v ²	Fe 144,0350-0,7623v
P	35,1500+0,1900v	R	-0,1507+0,0234v-0,0001v ²	Mn 57,4139-0,5804v+0,0023v ²
K	1,3225-0,0042v	V	-1,6048+0,7078v	
Ca	-6,1850+0,5257v	m	107,6322-2,6851v+0,016v ²	

R- relação Ca/Mg

Tabela 3- Equações de regressão dos parâmetros das análises de solo (continuação).

<i>B.humidicola</i> após 2º Corte solo 1					
pH	3,5915-0,0094v+0,0003v ²	Al	27,1500-0,2950v	Cu	3,5800-0,0160v
P	49,9071-0,4923v+0,0037	R	0,2839+0,0478v-0,0004v ²	Fe	170,9869+2,1345v-0,0298v ²
Ca	-0,2742+0,1120v+0,0012v ²	V	3,8923+0,1799v+0,0049v ²	Mn	10,1850-0,0133v-0,0006v ²
Mg	1,2893-0,0048v+0,0016v ²	m	99,5517-1,0892v	Zn	4,3512+0,0307v-0,0004v ²
<i>B.humidicola</i> após 2º Corte solo 2					
pH	3,5675+0,02217v	Mg	2,8850+0,5783v	m	116,4053-2,8869v+0,0176v ²
P	51,1667+0,3133v	Al	70,8485-1,7504v+0,0107v ²	Fe	109,4383-0,3483v
K	17700-0,0087v	R	-0,1166+0,02202v-0,0001v ²	Mn	39,9332+0,0244v-0,0023v ²
Ca	-6,5025+0,5522v	V	-1,2008+0,7193v	Zn	3,2377+0,0926v-0,0008v ²
<i>E. polystachya</i> após 3º Corte solo 1					
MO	26,1250+0,0842v	Al	39,5833-0,2450v	Cu	4,0933-0,0160v
P	52,5000-0,2367v	R	-0,0825+0,0898v-0,0008v ²	Mn	2,3096+0,0083v+0,0004v ²
K	2,2233-0,0050v	V	4,8999+0,1583v+0,0010v ²	Zn	1,6930+0,0453v-0,0003v ²
Ca	-0,4350+0,1068v	m	99,4700-0,5430v		
Mg	1,1044-0,0139v+0,0006v ²	B	0,3946-0,0053v+0,00004v ²		
<i>E. polystachya</i> após 3º Corte solo 2					
pH	3,5170+0,0186v	Al	98,0583-1,0750v	Cu	1,5817+0,0110v
K	2,0633-0,0073v	R	0,1167+0,0091v	Fe	89,7817-0,1730v
Ca	-2,6161+0,2375v+0,0020v ²	V	-2,1636+0,5612v	Mn	39,7900-0,0980v
Mg	1,6875+0,4235v	m	106,8541-1,1525v	Zn	3,9799+0,0096v-0,0002v ²
<i>E. pyramidalis</i> após 3º Corte solo 1					
P	66,7202+0,0138v-0,0032v ²	R	1,2887+0,0112v	Mn	0,7627+0,1425v-0,0008v ²
Ca	0,7138+0,0239v+0,0009v ²	V	4,3152+0,0639v+0,0020v ²	Zn	1,5467+0,0300v
Mg	0,6429+0,0147v+0,0003v ²	m	99,8300-0,3783v		
Al	47,0000-0,2133v	B	0,4565-0,0017v		
<i>E. pyramidalis</i> após 3º Corte solo 2					
pH	3,4756+0,0169v	Al	179,4169-4,7106v+0,031v ²	Cu	0,8018+0,0493v-0,0003v ²
K	2,1525-0,0088v	R	-0,0253+0,0164v-0,00007v ²	Fe	92,5567-0,1500v
Ca	-2,6948+0,2299v+0,0020v ²	V	-3,3122+0,5752v	Mn	23,3971+0,3278v-0,0026v ²
Mg	-0,0617+0,4517v	m	132,3010-2,7101v+0,0142v ²		
<i>B.mutica</i> após 3º Corte solo 1					
pH	3,7499-0,0080v+0,0001v ²	Mg	1,1318-0,0208v+0,0007v ²	m	87,089+0,2531v-0,0058v ²
P	55,4500-0,1583v	Al	29,1286+0,5771v-0,0069v ²	B	0,4437-0,0031v+0,00002v ²
K	2,0567-0,0130v	R	0,3203+0,0776v-0,0007v ²	Mn	4,2288+0,02003v+0,0003v ²
Ca	0,7732+0,0268v+0,0007v ²	V	7,1002-0,0256v+0,0026v ²	Zn	3,4468-0,0181v+0,0003v ²
<i>B.mutica</i> após 3º Corte solo 2					
pH	3,3156+0,0245v	Mg	0,0825+0,4772v	B	1,0690+0,0068v-0,0001v ²
MO	46,5105-0,0930v+0,0015v ²	Al	185,8702-4,4538v+0,026v ²	Cu	0,4919+0,0766v-0,0006v ²
P	28,3250+0,085v	R	-0,0246+0,0189v-0,0001v ²	Fe	93,9762+0,5335v-0,0081v ²
K	1,6191-0,0196v+0,0001v ²	V	-3,4377+0,6102v	Mn	19,7670+0,7026-0,0067v ²
Ca	-6,8583+0,4830v	m	132,9203-2,5193v+0,012v ²	Zn	2,3162+0,0276v-0,0002v ²

R- relação Ca/Mg

Tabela 4- Equações de regressão dos parâmetros das análises de solo (continuação).

<i>B.humidicola</i> após 3º Corte solo 1					
pH	$3,4933-0,0029v+0,0001v^2$	R	$0,3929+0,0774v-0,0007v^2$	Fe	$136,4648+0,4502v-0,0058v^2$
Ca	$04362+0,0190v+0,0015v^2$	V	$4,4042-0,0299v+0,0044v^2$	Mn	$1,4575+0,1400v-0,0007v^2$
Mg	$1,033-0,0319v+0,0011v^2$	m	$91,6535+0,3456v-0,0112v^2$	Zn	$1,6546+0,0873v-0,0007v^2$
Al	$43,6012+0,1357v-0,0058v^2$	Cu	$3,6617-0,0088v$		
<i>B.humidicola</i> após 3º Corte solo 2					
pH	$3,5576+0,020v$	Al	$131,8482-2,9731v+0,0168v^2$	Cu	$1,2409+0,0579v-0,0004v^2$
P	$28,6815+0,4002v-0,0032v^2$	R	$0,0019+0,0201v-0,0001v^2$	Fe	$105,7433-0,2887v$
Ca	$-4,0015+0,3306v+0,0017v^2$	V	$-4,8324+0,6328v$	Mn	$41,4806+0,1613v-0,0035v^2$
Mg	$-1,3950+0,4767v$	m	$129,2090-2,4495v+0,0112v^2$	Zn	$3,8765+0,0387v-0,0004v^2$

R- relação Ca/Mg

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 Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 41, n.4, p.231-235, 1957.
- ABRUÑA, F.; PEARSON, R. W; ELKINS, C. B. Quantitative evaluation of soil reaction and base status changes resulting from field application of residually acid-forming nitrogen fertilizers. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.22, n. 6, p.539-542, 1958.
- ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. W. Effects of liming on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.28, p.661-675, 1964.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Washington, 1995. 2v.
- BARROS, N. F. de. Potássio. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SOL-370: química e fertilidade do solo**. Viçosa, 1990. p.158-175.
- BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. van. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.205 –212, 1989.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (IAC. Boletim Técnico, 78).
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants, development: visual and analytical diagnosis**. Jena: Gustav Fisher, 1992. 741p.

- BLEVINS, D. G. Uptake, translocation, and function of essential mineral elements in crop plants. In: BOOTE, K. J.; BENNETT, J. M.; SINCLAIR, T. R.; PAULSEN, G. M. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 259-275.
- BOGDAN, A. V. **Tropical pastures and fodder plants**. London: Longman, 1977. 475p.
- BOTREL, M. A. **Fatores de adaptação de espécies forrageiras**. Curso de Pecuária Leiteira. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1990. 21p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAM: levantamento de recursos Naturais**. Rio de Janeiro, 1974. 16v.
- BRENES, E.; PEARSON, R. W. Root responses of three gramineae species to soil acidity in an oxisol and an ultisol. **Soil Science**, v. 116 n.4, p. 295-302, 1973.
- CAMARGO, M. N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usados em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n.1, p. 11-33, 1987.
- CARRIEL, J. M.; WERNER, J. C.; ABRAMIDES, P. L. G.; MONTEIRO, A. F.; MEIRELLES, N. M. F. Limitações nutricionais de um solo podzólico vermelho-amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.46, n.1, p.61-73, 1989.
- CATANI, R. A.; ALONSO. Extração do Al trocável e o pH do solo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Quiroz"**, v.26, p.21-29, 1969.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Annual report**. Cali, 1978. 405p.
- CERRI, C. C.; VOLKOFF, B. Matéria Orgânica de Três Solos dos Campos Inundáveis da Ilha de Marajó (PA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.12, n.2, p.93-100, maio/ago. 1988.
- CHEW, W. Y.; WILLIAMS, C. N.; ISMAIL, L.; RAMLI, K. Effects of liming and soil pH on guinea grass in Malaysian tropical oligotrophic peat. **Experimental Agriculture**, v.16, p.263-267, 1980.

- COLEMAN, N. T.; KAMPRATH, R. J.; WEED, S. D. Liming. **Advances in Agronomy**, v.10, p.475-522, 1958.
- COLOZZA, M. T. Calcário e gesso em um latossolo vermelho-amarelo cultivado com uma pastagem cosorciada de soja-perene e colômbio. Piracicaba, 1993. 218p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CORREIA, A. A. D. **Bioquímica nos solos, pastagens, e forrageiras**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenian, 1981. 787p.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. **An introduction to the rock-forming minerals**. New York: John Wiley, 1969. 528p.
- DEFELIPO, B. V. Reação do solo / correção da acidez do solo. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SOL-370** : Química e fertilidade do solo. Viçosa, 1990. p.73-117.
- De-POLLI, H; ALMEIDA, D. L.; FREIRE L. R. et al. **Manual de adubação para o Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed.UFRRJ, 1988. 179p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil In: ADAMS, F.; DINAUER, R.C.; GATES, K.E.; BUXTON, D.R. **Soil acidity and liming**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p.57-97.
- FOY, C.D. Plant adaptation to acid, aluminum-toxic soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n.1, p.959-987, 1988.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L. Aluminum tolerance of two wheat genotypes related to nitrate reductase activities. **Journal of Plant Nutrition**, v.5, p.1313-1333, 1982.
- FOY, C.D.; BURNS, G.R.; BROW, J.C. Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant induced pH changes ground their roots. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.29, n.1, p.64-67, 1965.

- GOEDERT, W. J.; RITCHEEY, K. D.; SANZONOWICZ, C. Desenvolvimento radicular do capim *Andropogon* e sua relação com teor de Ca no perfil do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, n. 1, p. 89-91, 1985.
- GÖHL, B. O. **Tropical feeds: feeds information, summaries, and nutritive value**. Rome: FAO, 1975. 123p.
- GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; RIBEIRO, A. C.; BRAGA, J. M.; MARTINS, O. Calagem, fontes e níveis de fósforo no estabelecimento e produção do capim colonião no cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 3, p. 241-246, 1986.
- GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da calagem sobre o rendimento de forragem e composição química de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais**. Viçosa: SBZ, 2000.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995. 464p.
- HORST, W.J.; PÜSCHEL, A.K.; SCHMOHL, N. Induction of callose formation is a sensitive marker for genotypic aluminum sensitivity in maize. **Plant and Soil**, v.192, p.23-30, 1997.
- HUMPHREYS, L. R. **Tropical pastures and fodder crops**. 2.ed. London: Longman, 1987. 155p.
- JORGE, J. A. **Solo: manejo e adubação**. São Paulo: Nobel, 1983. 83p.
- KAMPRATH, E. J. Exchangeable aluminium as a criterium for liming leached mineral soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 34, p.252-254, 1970.
- KARP, G. **Cell and molecular biology**. New York: John Wiley, 1996. 773p.
- KELTJENS, W. G.; TAN, K. Z. Interactions between aluminum, magnesium and calcium with different monocotyledonous and dicotyledonous plant-species **Plant and Soil**, v.156, p.485-488, 1993.
- KINRAIDE, T. B. Identity of rhizotoxic aluminium species. **Plant and Soil**, v. 134, p.167-178, 1991.

- KINRAIDE, T. B.; RYAN, P. R.; KOCHIAN, L. V. Interactive effects of Al^{3+} , H^+ , and other cations on root elongation considered in terms of cell-surface electrical potential. **Plant Physiology**, v.99, p.1461-1468, 1992.
- KOCHIAN, L. V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant and Molecular Biology**, v.46, p237-260, 1995.
- LOPES, A.; GUIMARÃES, P. T. G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 4ª aproximação**. Lavras:CFSEMG, 1989. 176p.
- LOTERO, J.; MONSALVE, S. A. ; RAMIREZ, A.; VILLAMIZAR, F. Respuesto de gramíneas y leguminosas forrajeras al anclamiento. **Suelos Ecuatorial**, v.3, p.210-239, 1971.
- LUZ, P. H. C.; BRAGA, G. J.;HERLING, V. R.; LIMA, C. G. Avaliação da composição química e digestibilidade "in vitro" do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã submetido à doses, tipos e incorporação de calcário (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre: SBZ, 1999.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 352p.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba:POTAFOS, 1985. 136p.
- MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A. M. L. **Características e eficiência dos adubos nitrogenados**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio. 1983, 45p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S., A. de **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba:POTAFOS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1985. 889p.

- MARUN, F. Produção de matéria seca e nutrição mineral de gramíneas forrageiras em função de relação Ca/Mg do corretivo. Lavras, 1990. 81p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; DE CARVALHO D. D. et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**. v. 52, n.1, p. 135-141, jan./abr. 1995.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. 2.ed São Paulo: Nobel, 1992, 198p.
- MITIDIERI, F. J. Níveis de calcário em cinco gramíneas forrageiras cultivadas em solo de cerrado. Piracicaba, 1995. 156p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NASCIMENTO, C.N.B. do; LOURENÇO JÚNIOR, J de B. **Criação de búfalos na Amazônia**. Belém:EMPRAPA CPTU, 1979. 20p
- NOGUEIRA, A.; PAULA, M.B.D.; CARVALHO, J. G. D.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes relações Ca:Mg do corretivo no crescimento de capim-napier (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Resumos**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.
- PAULINO, V. T. Efeitos da fertilização fosfatada, da calagem e micronutrientes no desenvolvimento de plantas forrageiras. Piracicaba, 1990. 281p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.
- PEREIRA, J. P. Adubação de capins do gênero brachiária. In: ENCONTRO PARA A DISCUSSÃO DOS CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. Nova Odessa:Instituto de Zootecnia, 1986. p.35-47.
- PIEIDADE, M.T.F.; JUNK, W. J.; LONG, S. P. The productivity of the C₄ grass *Echinochloa polystachya* on the Amazon floodplain. **Ecology**, v.72, n.4, p.1456-1463. Ago. 1991.
- PREMAZZI, L. M. Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais. Piracicaba, 1991. 215p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E.; PRIMAVESI, O. Toxidez de alumínio e manganês em sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. MOENCH).III. Relações entre P, Mg e Al. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.44, n.1,p.643-655, 1987.
- PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 344p.
- QUAGGIO, J. A. Reação do solo e seu controle. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Campinas, 1986. **Anais**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.53-89.
- QUAGGIO, J. A. RAIJ, B. van; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soil. **Communications of Soil Science and Plant Analysis**, v.16, p.245-260, 1985.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba:Ceres; Potafos, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van.; CAMARGO, A. P. de; CANTARELLA, H.; SILVA, N. M. da. Alumínio trocável e saturação em bases como critério para recomendação de calagem. **Bragantina**, v.42, p.149-156, 1983.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A ; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas:Fundação Cargil, 1987. 170p.
- RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; SOUSA, D. M. G. Relação entre teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.269-275, 1983.
- RODRIGUES, J. F. Efeito de calcário – gesso agrícola na nutrição mineral e crescimento de forrageiras em Latossolo variação una. Lavras, 1992. 93p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.

- ROSSI, C. Crescimento e nutrição do braquiarião em latossolo dos campos das vertentes (MG) sob influência da calagem e fontes de fósforo. Lavras, 1995. 65p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.
- SÁNCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley, 1976. 618p.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Livroceres, 1974. 55p.
- SAS INSTITUTE. **SAS users guide: statistics**; version 5. Cary, 1991.
- SILVA, A. P. da Toxicidade de Alumínio em trinta genótipos de *Panicum maximum* cultivados em solução nutritiva. Piracicaba, 1997, 149p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SILVA, B. N. R.; CARVALHO, J. S. Soils of The Eastern Amazon Region. In: BURGER, D. M. **Studies on the Utilization and Conservation of Soil in the Eastern Amazon Region**. Postfach: F.M. Druck, 1991. 281p.
- SILVA, M. A. S. Produtividade e composição mineral das gramíneas forrageiras *Andropogon* cv. Planaltina e colônia cv. Tobiatã submetidas a níveis de potássio, cálcio e sódio. Piracicaba, 1992. 91p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SIQUEIRA, C. Calagem para Plantas Forrageiras. In: MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 476p.
- SIQUEIRA, C.; CARVALHO, M. M. de; 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. Fortaleza, 1980. Fortaleza: SBZ, 1980. p.473.
- SKERMAN, P. J.; RIVEIROS, F. **Gramíneas Tropicais**. Roma: FAO, 1992. 849p.
- SOARES FILHO, C. V. Recomendação de Espécies e Variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

- SPAIN, J. M.; ANDREW, C. S. Mineral Characterization of Species. Six Tropical Grass x Four Aluminium Treatments in Water Culture. In: COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. St. Lucia. **Annual Report 1975-1976**. Farnham Royal: CAB, 1976. p50.
- SPAIN, J. M.; FRANCIS, C. A.; HOWELER, R. H. et al. Differential Species and Varietal Tolerance to Soil acidity in Tropical Crops and Pastures. In: BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. **Soil management in tropical America**. Cali:CIAT, 1975. p. 313-335.
- SUTTON, M. Níveis de calcário e de potássio em um latossolo vermelho-amarelo para quatro cultivares de alfafa. Piracicaba, 1993. 123p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- TAN, K. Z.; KELTJENS, W. G. Analysis of acid-soil stress in sorghum genotypes with emphasis on aluminum and magnesium interactions. **Plant and Soil**, v.171, p.147-150, 1995.
- THOMAS, G. W.; HARGROVE, W. L. The chemistry of soil acidity. In: ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. Madison:ASA; CSSA; SSSA, 1994. 380p.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- TINNIMIT, P. Forage evaluation using various laboratory techniques. East Lansing, 1974. Thesis (Ph.D.) – Michigan State University.
- TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NBELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**. New York: MacMillan, 1985. 754p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3583. 1991.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Napier grass in Porto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Porto Rico**, v.43, n.4, p.215-227, 1959a.

- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Guinea grass in Porto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Porto Rico**, v.43, n.4, p.228-239, 1959b.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Para grass in Porto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Porto Rico**, v.43, n.4, p.240-248, 1959c.
- VITTORI, A.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, L. C. C.; GAMA FILHO, R.V. Produção de matéria seca de gramíneas tropicais (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998.
- WERNER, J. C. Calagem para plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. DE; FARIA, V. P. de. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1986. 379p.
- WERNER, J. C. Adubação de pastagens de *Brachiaria spp.*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11. Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.209-222.
- WERNER, J. C; MONTEIRO, F. A.; CARRIEL, J. M. Efeitos da calagem em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq) estabelecido. **Boletim da Indústria Animal**, v.36, p.247-53, jun./dez., 1979.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. de O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.261-273. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- WILDIN, J. H. *Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitchcock (aleman grass) cv. Amity. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, n.2, p.294, Nov. 1989.

APÊNDICE

Tabela 1- Tabela com as Temperaturas (°C) e Umidade relativa (%) da casa de vegetação onde foram cultivadas as forrageiras.

Data	6:00 h		12:00 h		18:00 h		T	T	T
	Temp	Umid	Temp	Umid	Temp	Umid	mínima	máxima	média*
01/nov	13	100	34	40	29	42	13	38	25,4
02/nov	15	100	34	40	28	46	15	38	26,0
03/nov	19	93	35	39	27	48	18	38	27,4
04/nov	18	100	35	38	28	53	18	40	27,8
05/nov	22	100	26	67	24	80	22	28	24,4
06/nov	18	100	34	43	28	45	18	39	27,4
07/nov	15	100	34	41	32	39	15	40	27,2
08/nov	17	100	37	42	28	57	17	41	28,0
09/nov	22	98	29	55	22	82	22	35	26,0
10/nov	18	98	30	46	22	63	18	33	24,2
11/nov	22	98	31	45	28	50	14	32	25,4
12/nov	20	100	24	80	24	90	20	41	25,8
13/nov	20	100	29	59	23	79	20	38	26,0
14/nov	19	100	34	43	25	80	18	42	27,6
15/nov	14	100	30	48	25	53	14	35	23,6
16/nov	13	100	34	43	25	51	13	37	24,4
17/nov	14	100	35	40	31	38	14	39	26,6
18/nov	14	100	34	45	32	40	14	37	26,2
19/nov	14	100	38	42	32	41	14	40	27,6
20/nov	17	100	33	44	24	83	17	40	26,2
21/nov	18	100	37	41	30	47	18	38	28,2
22/nov	18	100	36	42	29	54	18	42	28,6
23/nov	17	100	36	40	24	80	17	39	26,6
24/nov	18	100	36	45	32	49	18	42	29,2
25/nov	16	100	37	36	32	39	16	38	27,8
26/nov	22	100	27	68	30	56	22	35	27,2
27/nov	19	100	37	40	31	41	19	38	28,8
28/nov	16	100	37	39	31	46	16	40	28,0
29/nov	17	100	37	40	33	40	17	40	28,8
30/nov	15	100	36	45	30	53	15	42	27,6
Média:	17,33	99,57	33,53	45,87	27,97	55,50	17,00	38,17	26,80

*-Obtida pela média das temperaturas das 6:00h;12:00h;18:00h;máxima e mínima do dia

Tabela 1 (continuação)- Tabela com as Temperaturas (°C) e Umidade relativa (%) da casa de vegetação onde foram cultivadas as forrageiras.

Data	6:00 h		12:00 h		18:00 h		T	T	T
	Temp	Umid	Temp	Umid	Temp	Umid	mínima	máxima	média*
01/dez	18	100	36	44	31	49	18	40	28,6
02/dez	18	100	38	42	28	55	18	42	28,8
03/dez	21	100	33	48	25	80	21	40	28,0
04/dez	21	100	38	46	25	80	21	38	28,6
05/dez	19	100	39	47	30	60	19	41	29,6
06/dez	21	96	34	49	26	70	21	38	28,0
07/dez	22	100	37	47	28	70	22	40	29,8
08/dez	22	100	44	40	26	80	22	44	31,6
09/dez	22	100	40	42	32	52	22	40	31,2
10/dez	22	100	33	52	24	95	22	39	28,0
11/dez	21	95	28	67	25	78	21	31	25,2
12/dez	20	98	26	65	21	70	20	37	24,8
13/dez	22	100	32	58	21	100	21	32	25,6
14/dez	20	100	29	60	29	67	20	31	25,8
15/dez	21	98	34	50	30	44	21	44	30,0
16/dez	18	100	37	40	32	38	18	38	28,6
17/dez	17	100	37	40	34	40	17	40	29,0
18/dez	18	100	39	40	36	35	18	43	30,8
19/dez	19	100	39	42	35	41	19	42	30,8
20/dez	21	100	41	35	37	32	21	42	32,4
21/dez	19	100	39	45	35	40	19	42	30,8
22/dez	20	100	39	45	23	100	20	39	28,2
23/dez	20	100	34	50	31	52	20	34	27,8
24/dez	19	100	31	46	25	90	19	38	26,4
25/dez	20	100	36	57	24	46	20	40	28,0
26/dez	21	100	41	44	31	65	21	42	31,2
27/dez	23	100	36	47	25	93	22	41	29,4
28/dez	21	100	39	46	34	44	21	41	31,2
29/dez	21	100	39	42	36	41	21	41	31,6
30/dez	22	100	40	46	37	44	22	42	32,6
31/dez	24	100	32	60	29	68	24	41	30,0
01/jan	23	100	35	60	25	96	23	37	28,6
02/jan	22	100	25	85	24	90	22	31	24,8
03/jan	20	100	31	60	25	90	20	36	26,4
04/jan	21	100	32	50	26	85	21	40	28,0
Média:	20,54	99,63	35,51	49,63	28,71	65,14	20,49	39,06	28,86

*-Obtida pela média das temperaturas das 6:00h;12:00h;18:00h;máxima e mínima do dia