PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS GRAMINEAS FORRAGEIRAS
ANDROPOGON cv. PLANALTINA E COLONIAO cv. TOBIATA SUBMETIDAS A
NIVEIS DE POTASSIO, CALCIO E SODIO

NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. RONALDO IVAN SILVEIRA

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Silva, Neli Marisa Azevedo
S586p Produtividade e composição mineral das gramíneas forrageiras Andropogon cv. Planaltina e Colonião cv. Tobiatã submetidas à níveis de potássio, cálcio e sódio. Piracicaba, 1992.
91p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Capim andropogon - Nutrição 2. Capim colonião - Nutrição 3. Gramínea forrageira - Composição 4. Nutriente em gramínea forrageira I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.2

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS GRAMINEAS FORRAGEIRAS
ANDROPOGON cv. PLANALTINA E COLONIAO cv. TOBIATA SUBMETIDAS A
NIVEIS DE POTASSIO, CALCIO E SODIO

NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Aprovada em: 08.05.1992

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira	ESALQ/USP
Prof. Dr. Quirino A. de Camargo Carmello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Francisco Antonio Monteiro	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Carlos M. Nogueira Filho	FZEA/USP
Prof. Dr. Disney Antonio Gonzalez	FMVZ/UNESP

Prof. Dr. RONALDO IVAN SILVEIRA
Orientador

A GABRIELLE,
minha "Gatinha"

À meus pais e irmã

AGRADECIMENTOS

Em especial, ao Prof. Dr. Ronaldo I. Silveira, uma vez mais meu orientador, em tudo, por tudo.

Ao Prof. César Gonçalves de Lima, pela amizade e valiosa ajuda nas análises estatísticas.

As Profas. Catarina A. Gomide e Célia R. O. Carrer, pela amizade, carinho e ajuda inestimável na elaboração final da tese.

Ao Prof. Dr. Romualdo S. Fukushima, pelo auxílio no "summary".

Aos demais colegas da FZEA/USP/Pirassununga, pelo estímulo.

Aos funcionários do Depto. de Ciência do Solo e da Biblioteca Central da ESALQ/USP, pelo auxílio e atenção.

Aos funcionários do Depto. de Criação de Ruminantes e Alimentação Animal da FZEA/USP/Pirassununga, pela atenção.

A CAPES, pela bolsa auxílio-viagem, concedida no final do curso.

A ESALQ, minha eterna Escola, e à seus Professores.

SUMARIO

	Página
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. O colônio e o andropogon.....	4
2.2. Os cátions no substrato e nas plantas.....	12
3. MATERIAL E METODOS.....	23
3.1. Local do experimento.....	23
3.2. Espécies utilizadas.....	23
3.3. Tratamentos.....	23
3.4. Delineamento experimental e análise estatística..	24
3.5. Instalação e condução do experimento.....	25
3.5.1. Semeadura e transplante.....	25
3.5.2. Cortes.....	26
3.5.3. Controle de pragas.....	26
3.6. Variáveis avaliadas.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Produção de matéria seca.....	28
4.2. Teor e quantidade de potássio extraída.....	33
4.3. Teor e quantidade de cálcio extraída.....	40
4.4. Teor e quantidade de sódio extraída.....	49

4.5. Teor e quantidade de magnésio extraída.....	56
4.6. Teor e quantidade de nitrogênio extraída.....	59
4.7. Teor e quantidade de fósforo extraída.....	72
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	79
6. CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APÊNDICE: Tabelas de análise de variância.....	91

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS GRAMINEAS FORRAGEIRAS
ANDROPOGON cv. PLANALTINA E COLONIAO cv. TOBIATA SUBMETIDAS A
NIVEIS DE POTASSIO, CALCIO E SODIO

Autora: NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Orientador: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

RESUMO

O trabalho foi planejado com o objetivo de determinar se as inter-relações entre níveis de cátions no meio de crescimento afetam o desenvolvimento da planta, bem como, determinar as diferenças na produção e composição mineral do capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus*) cv. Planaltina e do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tobiata submetidos à diferentes concentrações de potássio, cálcio e sódio.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com sílica fina como substrato inerte, e, utilizando-se soluções nutritivas com as seguintes concentrações de potássio, cálcio e sódio: K = 120 - 180 - 240 ppm; Ca = 200 - 400 - 600 ppm e Na = 0 - 100 - 200 ppm.

Foram realizados cinco cortes, em intervalos de 30 dias, sendo determinados a produção de matéria seca, os teores e

as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio.

Com os resultados obtidos concluiu-se que:

- Em condições de fornecimento adequado de água, as inter-relações, entre os níveis de cátions no meio de crescimento, são secundárias a outros mecanismos, como o equilíbrio genético e fisiológico das plantas.

- Com o fornecimento de água adequado, não há diferenças no comportamento do capim-andropogon e do capim-colonião quando cultivados em altas concentrações de potássio, cálcio e sódio.

POTASSIUM, CALCIUM E SODIUM LEVELS ON YIELD AND MINERAL
COMPOSITION OF TROPICAL GRASSES ANDROPOGON cv. PLANALTINA AND
COLONIAO cv. TOBIATA

Author: NELI MARISA AZEVEDO SILVA

Adviser: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

SUMMARY

The relationship among some cations in growing media having as variables potassium, calcium and sodium, were studied as potential modifying agents upon yield and mineral composition of *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* cv. Planaltina and *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã.

The growing medium used fine quartz as an inert substrate. Nutritive solutions had concentrations of K: 120 - 180 and 240 ppm; Ca: 200 - 400 and 600 ppm; Na: 0 - 100 and 200 ppm.

Dry matter yield, concentrations and quantity N, P, K, Ca, Mg and Na were determined on five cuts at 30 day period intervals.

Data collected allowed the following conclusions:

- In conditions where water is not a limiting factor, cation interrelations in the nutritive solution were secondary to other plant mechanisms (e.g. genetic and

physiologic).

In the absence of water stress, no differences between Planaltina and Tobiatã grasses were observed when they were grown under high concentrations of potassium, calcium and sodium.

1. INTRODUÇÃO

Ao se desenvolver um trabalho com solo, tendo em vista a nutrição de forrageiras, observam-se algumas questões ainda não bem esclarecidas.

Partindo, por exemplo, dos cátions mono e divalentes, K^+ , Na^+ , Ca^{++} e Mg^{++} , nota-se que os mesmos interagem de formas variadas nessas áreas de estudo, sob diferentes aspectos.

De um lado, encontram-se inúmeros trabalhos que discutem a necessidade de uma maior utilização desses elementos na adubação das pastagens onde, tradicionalmente, os nutrientes mais utilizados são o nitrogênio e o fósforo.

Segundo MALAVOLTA (1982), em revisão sobre o assunto, há um grande efeito do nitrogênio nos primeiros anos, mas, com o passar do tempo, iniciam-se problemas devido à baixa quantidade de potássio.

RAIJ (1991), discutindo a adubação potássica, comenta que, por vários trabalhos indicarem baixa resposta a esse nutriente, houve uma defasagem entre as informações dessas pesquisas e a realidade atual, de solos mais esgotados e de maior produtividade, o que resulta em adubações com quantidades

insuficientes de potássio.

Outro fator é que a adubação potássica não costuma ser considerada, levando-se em conta a reciclagem do potássio através das fezes e urina dos animais em pastejo.

O cálcio também não recebe, normalmente, muita atenção como nutriente, porque em condições de campo, com a utilização da calagem, não são muito frequentes os problemas de deficiência. Mesmo assim, GALRAO & LOPES (1979), em levantamento sobre deficiências nutricionais em solos de cerrado, encontraram que 96% e 90% das amostras apresentavam, respectivamente, teores de cálcio e de magnésio, inferiores ao nível crítico.

O problema da aplicação dos cátions na adubação de pastagens se torna ainda mais complexo quando se trata de consorciação entre gramíneas e leguminosas. As gramíneas, por apresentarem raízes com baixa Capacidade de Troca Catiônica (CTC), seriam mais eficientes na absorção do potássio, principalmente, nos solos deficientes, enquanto que as leguminosas, por apresentarem raízes com alta CTC, seriam mais eficientes na remoção dos cátions divalentes, cálcio e magnésio.

Paralelamente às necessidades de adubação, encontra-se o excesso desses elementos causando problemas de salinidade.

No Brasil, além de frequente no Nordeste, esse problema atinge, aproximadamente, 160.000 Km² da região matogrossense. Nessas áreas as atividades agropecuárias constituem-se na principal base da economia, possuindo a região um dos rebanhos bovinos mais expressivos do país (PROJETO

RADAMBRASIL, 1982a,b). A utilização desses solos restringe-se à pecuária extensiva, com aproveitamento de pastagens naturais, uma vez que, a introdução de novas forrageiras esbarra, entre outros, nos problemas de excesso de cátions no complexo de troca dos solos.

A presença de sais solúveis no meio de crescimento pode afetar o desenvolvimento da planta em aspectos como: a) a alta concentração de íons específicos pode ser tóxica e induzir desequilíbrios fisiológicos; b) sais diminuem o potencial da água do meio, conseqüentemente restringem a absorção de água pelas raízes.

Diante de todos esses fatores, torna-se de grande importância um estudo do comportamento de plantas forrageiras frente às diferentes concentrações de cátions, em função do que formulou-se as seguintes hipóteses:

a) As inter-relações entre os níveis de cátions no meio de crescimento afetam o desenvolvimento da planta, sua produção e composição mineral.

b) O capim-colônia (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tobiatã, recomendado para solos de alta fertilidade, comportar-se-á diferentemente do capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus*) cv. Planaltina, recomendado para solos de baixa fertilidade, quando submetidos à diferentes concentrações de potássio, cálcio e sódio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O colonião e o andropogon

O colonião (*Panicum maximum* Jacq.) se desenvolve bem em diversos tipos de solos, principalmente nos de boa fertilidade e bem arejados, tendo seu crescimento limitado em solos sujeitos à inundações ou excessivamente úmidos. Em regiões com precipitação entre 800 e 1500 mm, distribuída em pelo menos 4 meses, cresce rapidamente na estação chuvosa, podendo ser cortado a cada 5 semanas (NASCIMENTO Jr., 1981).

GUTERRES & GOMES (1982), trabalhando com o colonião cv. Gatton concluíram, por não encontrarem resposta à calagem, que o mesmo se adapta bem à solo arenoso, de pH 4,7 e baixa fertilidade.

Segundo FRANÇA & HAAG (1985), a palavra tobiatã significa "força verde" em tupi-guarani, sendo a cultivar originária da linhagem K-187, introduzida da Costa do Marfim, Africa, em 1977, e apresentando características agronômicas e morfológicas desejáveis. As folhas são largas, em média 4,5 x 80 cm, de coloração verde escura e hábito de crescimento semi-ereto; possuem pouca ou nenhuma pilosidade, enquanto as bainhas são

densamente pilosas, variando de intensidade em função da idade. A planta apresenta, em média, entre 35 e 40 perfilhos, panícula muito longa (60 - 70 cm), pouco ramificada e frouxa.

O *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foi liberado em 1980 pelos programas nacionais de investigação agrícola da Colômbia (ICA) e do Brasil (EMBRAPA). É considerado uma alternativa promissora, mesmo apresentando valor nutritivo não muito alto, pelo seu bom crescimento e produção de matéria seca em solos ácidos, de baixa fertilidade e alta saturação de alumínio. Apresenta tolerância à queimadas, enfermidades e insetos; baixos requerimentos em fósforo; boa capacidade de produção de sementes; compatibilidade com leguminosas e boa aceitabilidade pelos animais. Seu sistema radicular profundo e sua rápida rebrota após as primeiras chuvas lhe garantem uma boa tolerância à seca (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1980 e 1986; ALCANTARA & BUFARAH, 1982).

Mesmo tendo sido o andropogon desenvolvido, e geralmente utilizado, em condições de baixa fertilidade, DRUDI & FAVORETTO (1987), encontraram produções acima das comumente relatadas, trabalhando em Latossol Roxo, de pH 6,0 e alta fertilidade. Isto leva a considerar que o mesmo apresenta potencial para atingir boas produções, quando utilizado em solos de alta fertilidade.

Em um estudo de desempenho agronômico de 5 gramíneas sob pastejo na região dos cerrados, entre as quais os capins colônia e andropogon, THOMAS & ANDRADE (1984), obtiveram para o andropogon as maiores produções, as quais mantiveram-se

constante durante 4 anos. Em oposição, esse capim apresentou a menor digestibilidade entre as espécies testadas, além de teores de nitrogênio e cálcio menores que os da *B. ruziziensis*, *B. humidicola* e do colonião. Os teores médios obtidos foram, respectivamente, para o andropogon e o colonião: N = 1,01 e 1,30%; P = 0,10 e 0,13% e Ca = 0,27 e 0,30%.

DRUDI & FAVORETTO (1987), em trabalho de campo com o andropogon, observaram um manejo mais adequado no período de novembro à março, com cortes entre 10 e 20 cm do solo em intervalos de 35 dias (1,55% N) para pastejo rotativo, ou, de 42 dias (1,42% N) para produção de feno.

O capim-andropogon apresenta um alto potencial de produção em solos de baixa fertilidade, não respondendo à aplicação de pequenas doses de NPK, foi o que concluiu BERROTERAN (1989), trabalhando em solo com baixa CTC, 76% de saturação em alumínio, com 5 cortes a cada 42 dias. Observa-se, no trabalho, que o autor encontrou um conteúdo de potássio superior a 1%, não relacionado com a aplicação dos fertilizantes.

ROSA et alii (1991), estudando a composição mineral do andropogon, com diferentes idades (42, 56 e 70 dias) e épocas de corte (jan/fev/mar), não encontraram efeito das idades sobre os teores de potássio (1,91; 1,69; 1,73%), cálcio (0,31; 0,29; 0,33%), magnésio (0,17; 0,16; 0,18%) e fósforo (0,15; 0,12; 0,12%). Somente o corte aos 42 dias em fevereiro apresentou um maior teor de cálcio (0,37%), em relação as demais épocas.

Em trabalho de VICENTE-CHANDLER et alii (1962), com adubação potássica de diversas gramíneas, os autores encontraram,

para o colônio, um consumo de luxo, com pequena resposta produtiva da planta. Teores entre 1,5 - 2,0% de potássio foram associados a 3/4 da máxima produção, e o aumento da concentração do potássio provocou uma diminuição nas de cálcio, fósforo, magnésio e nitrogênio, explicada por um provável efeito de diluição, devido ao aumento de produção em presença de quantidades, relativamente constantes, ou limitadas, desses nutrientes no solo.

HAAG et alii (1967), em experimento com vários capins adubados com NPK e cortados a cada 28 dias, rente à superfície dos vasos, encontraram um crescimento máximo para o capim-Napier (*Pennisetum purpureum* Schum), seguido do colônio. A concentração dos nutrientes decresceu com o desenvolvimento das plantas, exceto para o cálcio. Os teores encontrados no colônio para N, P, K, Ca e Mg, foram, respectivamente, aos 28 dias: 2,10; 0,36; 3,89; 0,26; 0,25%; aos 56 dias: 1,71; 0,20; 3,33; 0,29; 0,24% e aos 84 dias: 1,09; 0,24; 2,98; 0,41; 0,22%.

Por outro lado, VIEIRA et alii (1980), trabalhando com épocas de corte do capim-colônio, observaram que as concentrações de potássio, cálcio e magnésio não foram afetadas pela idade da planta, enquanto que as de nitrogênio e fósforo decresceram. Os teores médios, entre colmo e folhas, aos 30 dias foram: N = 2,34%; P = 0,18%; K = 2,94%; Ca = 0,40% e Mg = 0,23%.

Para WEBER & HAAG (1984), com o *P.maximum* cv. Makueni, em condições de campo, os teores de nitrogênio e potássio decresceram com a idade da planta, enquanto as concentrações de cálcio e magnésio aumentaram, embora

tenham apresentado um pequeno decréscimo aos 180 dias. O teor de fósforo diminuiu nas idades iniciais, apresentando um grande incremento aos 180 dias. Os autores também observaram que o período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca esteve entre os 30 e 60 dias, aumento este, devido, quase que, exclusivamente, ao aumento de matéria seca das folhas. Os resultados obtidos para as idades 30 e 60 dias foram, respectivamente: N = 1,62 e 1,17%; P = 0,19 e 0,003%; K = 2,88 e 2,46%; Ca = 0,38 e 0,48% e Mg = 0,38 e 0,43%.

GALLO et alii (1974), analisaram a composição de gramíneas e leguminosas forrageiras coletadas em condições de campo, no Estado de São Paulo. A variação dos teores encontrados para o capim-colonião foi: N = 1,01 - 2,73%; P = 0,09 - 0,40%; K = 1,25 - 3,31%; Ca = 0,24 - 1,04%; Mg = 0,13 - 0,40% e Na = 0,006 - 0,028%.

É interessante como o colonião apresenta um ótimo potencial para resposta às diferentes disponibilidades de nutrientes, acumulando-os em grandes quantidades, se disponíveis, mesmo que o fato não se reflita num aumento da produção de matéria seca.

Isto também pode ser observado em ACIOLY (1974), que pesquisou 100 gramíneas nativas e exóticas, coletadas no Campus da Universidade Federal do Ceará, encontrando para diferentes variedades de *Panicum maximum* valores de P = 0,19 - 0,40%; K = 0,90 - 2,52%; Ca = 0,22 - 0,71%; Mg = 0,13 - 0,64% e Na = 0,08 - 0,82%. Para o andropogon os valores encontrados foram: P = 0,16%; K = 1,14%; Ca = 0,23%; Mg = 0,27% e Na = 0,16%.

BRAGA & RAMOS (1978), em um experimento em casa de vegetação com gramíneas e leguminosas consorciadas, submetidas à três doses de potássio no solo (0 - 120 - 240 ppm), encontraram o colonião como sendo a única gramínea que mostrou resposta, em termos de matéria seca, a cada incremento de potássio aplicado e, junto com o capim-"buffel" (*Cenchrus ciliaris* L.), mostrou os maiores teores do elemento na planta. Outra observação foi de que, em geral, o aumento nas doses de potássio aplicado diminuiu as concentrações de cálcio e magnésio em todas as gramíneas. Os teores encontrados de potássio, cálcio e magnésio, no colonião, foram: K = 1,13; 2,63 e 3,30%; Ca = 1,27; 0,96 e 0,68% e Mg = 0,50; 0,41 e 0,35%, respectivamente para os níveis de potássio.

SOUSA et alii (1979), estudando as inter-relações entre os minerais no solo, nas plantas e no tecido animal, observaram altas correlações entre o cálcio do solo e o da forrageira. Encontraram para os capins jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), colonião e sempre-verde (*Panicum maximum*), os mais altos teores de cálcio (0,59; 0,58 e 0,53%). Também HERNANDEZ & ACOSTA (1979), encontraram, em revisão sobre o assunto, o *P. maximum* cv. Likoni situado entre as espécies de maior conteúdo no elemento.

O efeito da adubação potássica sobre a produção de matéria seca do capim-colonião apresentou resultados elevados e altamente significativos. Inclusive, na ausência de adubo nitrogenado, as produções foram maiores do que as encontradas nas doses de 75 e 150 Kg N/ha, na ausência de adubo potássico. Esses resultados foram obtidos por MONTEIRO et alii (1980), que observaram, também, que o aumento do teor de potássio diminuiu o

teor de nitrogênio, provavelmente por um efeito de diluição pelas altas produções, não afetou o teor de fósforo e diminuiu o teor de cálcio. Os autores concluíram que, nas áreas com forrageiras submetidas a sucessivos cortes, com remoção de material, há necessidade de equilibradas adubações potássicas.

SERRAO et alii (1982), adubando pastagens de *P. maximum* degradadas, na região Amazônica, encontraram maiores respostas à aplicação de potássio, nitrogênio, enxofre e micronutrientes do que a de fósforo, sendo que aplicações de 150 Kg P O /ha, no primeiro corte, ocasionaram sintomas acentuados de deficiência de potássio.

Para o tobiatã, cultivado em solução nutritiva, FRANÇA & HAAG (1985), obtiveram produções de matéria seca drasticamente afetadas pela omissão de nitrogênio, fósforo e potássio, enquanto o perfilhamento, além de afetado pelos mesmos nutrientes, também foi extremamente reduzido pela omissão de magnésio. Os níveis de nutrientes nas folhas bem e mal nutridas foram, respectivamente: N = 2,20 e 1,22%; P = 0,21 e 0,09%; K = 2,96 e 0,39%; Ca = 0,67 e 0,04% e Mg = 1,46 e 0,05%.

MESA et alii (1989), em revisão sobre o colônio e níveis de potássio, encontraram que o rendimento de matéria seca é independente de níveis altos de potássio no meio, mas diminui quando ocorre deficiência do elemento. Diferenças na composição química dos diversos cultivares estão associadas à morfologia e ao tamanho do sistema radicular, que exerce um efeito regulador sobre a água, a absorção e a acumulação de íons. Há, também, um comportamento variável entre espécies, no transporte do potássio

da raiz para a parte aérea.

SMITH (1981), trabalhando com nove gramíneas tropicais e pesquisando as relações iônicas K-Na e K-Mg, somente encontrou deficiências de K e Mg quando as soluções nutritivas apresentaram relações 0K/5Mg e 5K/0Mg, sendo que, interações significativas de K/Mg, foram devidas às diferenças na habilidade de crescimento das espécies, na ausência ou na aplicação dos elementos. Altas concentrações de fósforo foram encontradas quando os teores de potássio apresentaram-se deficientes e os níveis de acumulação de íons foram devidos, principalmente, à diferenças entre espécies.

O mesmo autor considerou como sendo grande, a habilidade dos capins Rhodes (*Chloris gayana*), colonião (*P. maximum*) e pangola (*Digitaria decumbens*) em acumular sódio quando este se encontrava disponível, e o suprimento de potássio era baixo. Sugeriu o plantio dessas espécies em regiões onde o nutriente é limitante na alimentação animal, mesmo em condições de baixo conteúdo no solo e de necessidade de uso de fertilizantes.

Por outro lado, SOUSA et alii (1982), analisando pastagens matogrossenses, não encontraram correlações entre os teores de sódio nos solos, considerados normais, e os teores nas plantas, considerados altamente deficientes. Constataram, também, uma grande variação na concentração do elemento nas diferentes espécies (59 - 141 ppm), sendo que o colonião apresentou os maiores níveis. As concentrações obtidas para potássio e magnésio, no colonião, foram, respectivamente, 1,58 e 0,28%.

AROKIA & ARUMUGAM (1989), também relatam altas produções de *Panicum barbinoide* em solo moderadamente sódico, mesmo no segundo ano de cultivo. Esses resultados foram relacionados a sua alta tolerância às condições de alcalinidade.

2.2. Os cátions no substrato e nas plantas

Como citado anteriormente, uma grande parte dos pesquisadores apoia a importância, não só da quantidade da forragem mas, também, de sua qualidade nutritiva, fatores muito afetados pela fertilidade do solo (FERNANDES et alii, 1970).

Extensa literatura pode ser encontrada com relação às funções exercidas pelos cátions nas plantas, e às diferenças em suas absorções.

Segundo MENGEL & KIRKBY (1982), desde que a quantidade de cálcio seja adequada para o crescimento da planta, concentrações acima das necessidades teriam pouco efeito, pois a absorção do elemento é controlada geneticamente. Altas quantidades de cálcio na planta, geralmente, resultam mais de um eficiente mecanismo da raiz em absorvê-lo, do que de seu conteúdo no solo.

Em algumas plantas se faz necessário que esse mecanismo de absorção seja realmente eficiente pois, de acordo com TISDALE et alii (1985), a absorção do cálcio ocorre somente por raízes jovens, com células insuberizadas e, portanto, condições inadequadas para o crescimento de raízes podem induzir deficiências do elemento. Com relação ao potássio, apontam o

controle genético (com consideráveis diferenças entre espécies e até mesmo entre híbridos), a CTC e a densidade das raízes, como características que afetam sua absorção.

Em revisão sobre o assunto, MENGEL & KIRKBY (1982), chamam a atenção para um ponto importante que é a necessidade de potássio por unidade de tempo, que sendo alta ou baixa, nem sempre está associada a uma exigência total alta ou baixa, e vice-versa. Para os cereais, a maior taxa se dá entre o fim do perfilhamento e o início do florescimento, e, para a maioria dos vegetais, a maior parte da exigência total, é requerida antes do começo da floração.

MIELNICZUK (1982), considera como plantas eficientes as que produzem a mesma quantidade de matéria seca que as ineficientes, utilizando menos potássio. Complementa que, elas podem também diferir quanto à absorção, quer pela característica de morfologia e tamanho do sistema radicular, quer pela capacidade de manter uma alta taxa de absorção de potássio por unidade de raiz, quando em baixas concentrações do elemento na solução do solo.

Revisando-se as interações do potássio com outros elementos, observa-se que, a maior parte dos trabalhos encontrados se referem ao nitrogênio e aos outros cátions, e poucos ao fósforo, como o trabalho de TEITZEL (1982), que discute a diluição do potássio causada pela aplicação de fósforo em pastagens.

Para o nitrogênio, a interação parece ir além do efeito de diluição, com um papel do potássio dentro do

metabolismo do nitrogênio.

GRIFFITH et alii (1964), em experimento de adubação N_xK com "orchard grass" (*Dactylis glomerata* L.), discutem, não só a deficiência de potássio pelo aumento de produção devido à aplicação de nitrogênio, como também uma associação dessa deficiência com uma acumulação anormal de asparagina.

Em revisão sobre o assunto, FERNANDES et alii (1970), encontraram que, o aumento no teor de potássio da planta, diminui o teor de nitrogênio não proteico e aumenta o de nitrogênio proteico. Foram observadas, também, maiores incidências de pragas em parcelas não adubadas com potássio.

No caso da interação do potássio com os outros cátions, o assunto é extremamente complexo e amplamente discutido, tanto no solo, quanto na planta.

A literatura apresenta inúmeros trabalhos, onde a alteração na concentração do potássio no meio influencia inversamente a concentração de outros cátions na planta, como no experimento de NASCIMENTO et alii (1990), com adubação NPK em *Brachiaria decumbens*, onde a diminuição do nitrogênio e aumento do potássio no solo resultou em aumento do potássio e diminuição do cálcio e magnésio na planta.

Como foi comentado anteriormente, o assunto é muito complexo, por envolver vários comportamentos e fatores dos solos e das plantas, dando margem à diferentes opiniões encontradas na literatura.

Segundo Malavolta, as plantas apresentam seletividade na absorção preferencial de um ou mais elementos,

conseguindo ajustar, por exemplo, os teores internos de cálcio e magnésio, independentemente das relações Ca:Mg nos solos (NEPTUNE, 1986).

Recentemente, RAIJ (1991), ao discutir os parâmetros de interpretação do potássio no solo, comenta que, sem desconsiderar a relação do potássio com os outros cátions, os teores de cálcio e magnésio parecem não ter importância decisiva na disponibilidade do potássio às plantas, visto que se tem encontrado correlações bastante similares entre potássio trocável e respostas às adubações potássicas, em solos com teores bastante variados de cálcio e magnésio.

Segundo MENGEL & KIRKBY (1982), efeitos da competição entre os cátions também são sentidos em relação ao magnésio que, normalmente, é requerido pela planta em menores quantidades do que o cálcio e o potássio. Altos teores de magnésio podem ocorrer em plantas nutridas com baixo nível de potássio, o que não se explicaria apenas como um "efeito de concentração" mas, provavelmente, por uma alta absorção de magnésio em baixos níveis de potássio. Observações similares foram feitas para o cálcio. Também discutem que esse comportamento entre os cátions afeta diferentemente as partes da planta (raiz, caule, folhas, frutos e sementes), devido às diferenças na mobilidade dos nutrientes pelo floema.

NEPTUNE (1986) discute a deficiência de magnésio induzida pelo potássio e comenta que, em culturas intensivas, exceto quando se faz adubações potássicas contínuas e pesadas, acredita-se que a mesma seja provocada mais frequentemente por

condições adversas do solo, ou por falta real do elemento, do que por uma relação K:Mg muito alta.

O sódio é um dos elementos que ainda não apresenta uma classificação definida e aparece, dependendo do autor, classificado entre os "essenciais", "úteis", ou "outros elementos", geralmente em textos que falam sobre os problemas causados por sua toxidez em áreas salinas, de regiões áridas ou semi-áridas.

Segundo TISDALE et alii (1985), o sódio é essencial para plantas halófitas, as quais o acumulam no vacúolo a fim de manter seu turgor e crescimento, sendo, há alguns anos, reconhecido, também, como essencial para plantas de ciclo C4. O mecanismo ainda não é completamente conhecido, mas, há evidências de que ele aumenta a atividade da enzima PEPcarboxilase, a primeira do ciclo C4. A diminuição no teor de sódio causa, em algumas espécies, a mudança do ciclo C4 para C3, com um retorno ao normal, assim que o teor de sódio se eleva. Outras funções do sódio são: acúmulo do ácido oxálico, substituição do potássio, abertura estomatal e regulação da redutase do nitrato.

Os mesmos autores comentam que as plantas apresentam diferentes habilidades em substituir o potássio pelo sódio, e seus benefícios são sentidos no crescimento da planta quando o teor de potássio é baixo. Concentrações de sódio, altas e prejudiciais às plantas, são acompanhadas de baixas concentrações de potássio.

TISDALE et alii (1985) e RAIJ (1991), comentam a utilização de adubações com sódio em gramíneas forrageiras, tanto

para aumentar as concentrações do elemento na planta e suprir os requerimentos animais, como para aumentar sua palatabilidade e consequente consumo.

Vários são os fatores que afetam a relação entre a concentração dos diversos sais da solução do solo e a absorção dos mesmos pelas plantas.

Segundo TISDALE et alii (1985), concentrações de potássio em torno de 156 ppm são encontradas em solos salinos; concentrações de cálcio entre 100 e 300 ppm são as utilizadas nas soluções nutritivas normais e 5 ppm de sódio são representativos da solução dos solos não salinos de regiões temperadas.

Em trabalho de revisão, GRIFFITH & WALTERS (1966), encontraram que várias espécies acumulam sódio nas raízes e não na parte aérea, mas, em experimento com diferentes gêneros, espécies e variedades de forrageiras em níveis de nitrogênio e potássio, observaram, em todas as gramíneas, acumulação de sódio semelhante na planta toda.

Os mesmos autores encontraram diminuição nos teores de sódio quando se aumentou o potássio, e quando se aumentou o potássio e diminuiu o nitrogênio. Com aumentos nos níveis de nitrogênio, o nível do sódio nas raízes aumentou, o que foi atribuído à sua entrada nas raízes como acompanhante do nitrato. Observaram, também, que, algumas gramíneas, responderam mais do que outras à elevação dos níveis de sódio e sugeriram qualificá-las como gramíneas com alto ou baixo potencial para conteúdo do elemento, e não como gramíneas com alto ou baixo sódio, pois há

diferenças fisiológicas intrínsecas entre os grupos de plantas.

As diferenças de comportamento encontradas nas várias espécies são bastante discutidas na literatura.

HUMPHREYS (1981), revisando diversos trabalhos, cita alguns mecanismos de tolerância das plantas a excessos de sais, tais como: exclusão dos íons sódio e cloro; ajuste osmótico, através de acumulação de solutos orgânicos, compensando o aumento na concentração dos sais; substituição do potássio pelo sódio; excreção de sais pelas folhas, quando em altas concentrações de sódio, potássio e cloro, e, variação genética.

O mecanismo de tolerância, através da exclusão do sódio dos tecidos das plantas, foi encontrado por NOBLE et alii (1984), em alfafa (*Medicago sativa*). Os autores também observaram que, plantas tolerantes e não tolerantes, apresentaram comportamentos similares em condições não salinas, e que o efeito do cloro foi mais prejudicial do que do sódio.

Altos teores de potássio na célula também aumentam a resistência da planta à salinidade, por exclusão do sódio e pela maior retenção de água nos tecidos (MALAVOLTA (1980).

PEREIRA (1983), revisando o assunto, acrescentou que a toxicidade dos sais pode ser atribuída, em parte, aos seus efeitos sobre a absorção e metabolismo dos nutrientes e às variações entre as espécies, sendo que as diferenças na tolerância das plantas estão relacionadas, em certo grau, com a seletividade específica na absorção de íons e com as necessidades nutricionais das plantas.

Um dos pontos, ainda bastante discutido, é o

funcionamento da relação potássio-sódio.

Assim, trabalhando com *Lolium perenne* L. cv. Victorian, MUNDY (1983), obteve alta produção e teores de 4,8% de potássio na planta, na ausência de sódio na solução nutritiva. A inclusão do sódio diminuiu o teor de potássio para 1,4%, entretanto, altas produções foram obtidas quando os teores de K+Na, na solução, ultrapassaram a concentração exclusiva do potássio.

O mesmo autor, em um segundo experimento com nove forrageiras, encontrou que plantas com altos teores de potássio apresentavam baixo conteúdo de sódio. Entretanto, uma vez que os tecidos das plantas haviam sido saturados com os dois elementos, um aumento na concentração de qualquer um deles, mostrou baixa resposta. O sódio também não diminuiu as concentrações de cálcio e magnésio no mesmo grau em que o potássio, havendo uma grande habilidade, e muitas diferenças, na sua absorção.

MUNDY (1983), acrescenta que as plantas que acumulam mais sódio são as que apresentam baixa seletividade para o potássio, e que, com o uso de fertilizantes sódicos, as pastagens poderiam conter mais cálcio e magnésio do que com níveis similares de fertilizantes potássicos.

MUNDY (1984), reforça o interesse em se aplicar sódio e baixas concentrações de potássio em pastagens deficientes em magnésio, para se evitar a tetania dos pastos, mas, observa que o sódio não pode substituir o potássio quando este está abaixo de 0,4%.

Outro trabalho mostrando a substituição do potássio

pelo sódio é o de HYLTON et alii (1967), que obtiveram aumento de crescimento do "ryegrass" (*Lolium multiflorum*) quando este continha 3,5% de K e menos que 0,3% de Na ou, continha 0,8% de K e 2,4% de Na.

HACKER et alii (1985), estudando a variação genética da *Digitaria milanjiana*, em função da concentração de potássio e sódio, encontraram que a habilidade de absorção da gramínea está associada à região geográfica ou climática de sua origem, e que, a evolução dos ecótipos, com diferentes habilidades de absorver ou excluir o sódio, provavelmente, ocorre cedo na evolução das espécies. Altos níveis de sódio são associados com uma habilidade para substituir o potássio, sendo que a pressão de seleção para esta característica originou-se como um resultado dos baixos níveis de potássio em alguns solos.

Segundo MESA et alii (1989), em solos com altas concentrações de sódio e cloro, o conteúdo dos nutrientes e o movimento da água faz com que as plantas desenvolvam rapidamente um mecanismo de adaptação, modificando a velocidade de absorção dos diferentes elementos para manter suas concentrações dentro de um certo valor. Isto é possível porque a raiz é um órgão altamente especializado, composto por diferentes zonas e vários tipos de tecidos, que realizam funções variadas para conseguir seu objetivo.

Com relação ao comportamento do colônio, em condições de excesso de sais, encontram-se alguns trabalhos na literatura, como o de MACHADO et alii (1980), que trabalhando em solo argilo-limoso, plano, com má drenagem interna e superficial,

lençol freático alto e sérios problemas de salinidade, encontraram um bom desempenho do capim-colonião cv. Likoni. Consideraram como papel decisivo sua facilidade em adaptar-se às mais diversas condições do solo e sugeriram propagá-lo em áreas limitantes. Os teores de cálcio e fósforo encontrados para 2 anos de experimento foram, respectivamente: 0,44 - 0,50% e 0,24 - 0,21%.

Por outro lado, ASHOK KUMAR & ABROL (1982), estudando várias gramíneas forrageiras, enquadraram o *P. maximum* como relativamente sensível a solos sódicos, mas isso, em função de má drenagem, problemas de textura e encharcamento prolongado.

Após alguns anos, ASHOK KUMAR (1988), em estudo da performance de forrageiras em solos salinos, enquadrou o *P. maximum* e o *P. antidotale*, entre as gramíneas que são relativamente mais tolerantes à alcalinidade do que à salinidade, apresentando maiores teores de cálcio, magnésio e sódio, e menores de potássio, quando em solos salinos do que em solos normais. Os resultados obtidos para K, Ca, Mg e Na, em *P. maximum* foram, respectivamente: 0,26; 0,69; 1,14 e 0,34% (solos salinos), e, 0,22; 0,73; 2,35 e 0,90% (solos salinos + água salina na irrigação).

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos relacionando diretamente o andropogon à salinidade do solo, mas, MACHADO et alii, 1983, trabalhando em condições de déficit hídrico, por 5 meses, em Alfissolo da Bahia, observaram, no andropogon, a presença de sistema radicular amplo; folhas pilosas; alta resistência estomática, indicando maior

sensibilidade dos estômatos ao déficit hídrico, e, boa rebrota sob condições de seca e após fornecimento de água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba.

3.2. Espécies utilizadas

O trabalho foi realizado com o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tobiata, considerado exigente em fertilidade do solo, e com o capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus*) cv. Planaltina, considerado pouco exigente, com bom desenvolvimento em solos pobres com pH ácido.

3.3. Tratamentos

Foram utilizados três níveis de potássio (K = 120 - 180 - 240 ppm), cálcio (Ca = 200 - 400 - 600 ppm) e sódio (Na = 0 - 100 - 200 ppm).

Com o intuito de evitar possíveis interferências dos diferentes constituintes do solo nas concentrações dos cátions, optou-se pela utilização de um substrato inerte.

Foram preparadas soluções utilizando-se os seguintes sais: como fonte de potássio o KNO_3 e KH_2PO_4 , na proporção de 5:1; de cálcio: 200 ppm = $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 400 ppm = $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, na proporção de 1:1; 600 ppm = $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, na proporção de 1:2 e como fonte de sódio o NaCl . Para todos os outros nutrientes foram obedecidas as concentrações indicadas por SARRUGE (1975), exceção feita para o nitrogênio, que obedeceu as relações acima.

3.4. Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em um esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos principais resultaram de um esquema fatorial $\text{K} \times \text{Ca} \times \text{Na}$ (3^3), com 3 repetições, num total de 27 tratamentos e 81 vasos/espécie. Os tratamentos secundários consistiram de um total de 5 cortes, realizados com intervalos de 30 dias.

As diferenças entre os tratamentos foram indicadas através da análise de variância, empregando-se o teste F e adotando-se o nível de significância de 5% (GOMES, 1982).

Para os fatores com efeito significativo, sem interação significativa com corte, procedeu-se ao desdobramento das causas de variação em regressões linear e quadrática.

Para os fatores com efeito significativo, com

interação significativa com corte, procedeu-se ao desdobramento das causas de variação em regressões linear, quadrática e cúbica, em cada corte.

A análise estatística dos resultados foi efetuada utilizando-se os pacotes estatísticos SOC (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 1989), e SANEST (ZONTA & MACHADO, s.d.).

3.5. Instalação e condução do experimento

3.5.1. Semeadura e transplante

As duas gramíneas foram semeadas em germinadores no início de outubro de 1988. A germinação se iniciou, desuniformemente, 2-3 dias após a semeadura, e as plantas apresentaram-se em condições para transplante somente aos 17 dias (20/10/88 para o andropogon e 22/10/88 para o colonião).

Os vasos utilizados receberam 3 Kg de sílica fina (granulometria < 2mm), como substrato inerte.

Após o transplante de duas plantas por vaso, os mesmos passaram a ser molhados diariamente com seus respectivos tratamentos, diluídos a 1/3. Essa precaução foi tomada durante 21 dias a fim de que as plantas tivessem um estabelecimento inicial adequado, livre de possíveis excessos na concentração de algum nutriente.

Após esse período houve a troca pelos tratamentos não diluídos (10/11/88 para o andropogon e 12/11/88 para o colonião). A partir disso, as soluções foram substituídas

quinzenalmente, com o intuito de se evitar esgotamento dos nutrientes.

Durante toda a condução do experimento, os vasos foram molhados apenas uma vez ao dia, fato esse devido à utilização da sílica em partículas finas que apresentou uma adequada retenção de água, mesmo em dias com altas temperaturas. Diariamente as soluções foram completadas a um litro com água destilada.

3.5.2. Cortes

Um mês após o início da utilização das soluções nutritivas definitivas, efetuou-se o primeiro corte (estando as plantas com 51 dias após transplante). Foram realizados um total de cinco cortes, com intervalo de 30 dias, e altura de corte de 5 cm. As datas de corte para o capim-andropogon foram: 10/12/88 - 09/01/89 - 08/02/89 - 10/03/89 e 09/04/89, e para o capim-colonião foram: 12/12/88 - 11/01/89 - 10/02/89 - 12/03/89 e 11/04/89.

3.5.3. Controle de pragas

Por duas vezes, durante a condução do experimento, foi constatado o ataque de pulgão verde no colonião, o qual foi imediatamente erradicado com aplicação de inseticida piretróide. Nas duas ocasiões o andropogon também recebeu as pulverizações, mas, apenas preventivas, por não apresentar nenhum ataque.

3.6. Variáveis avaliadas

Após os cortes, as partes aéreas foram secas em estufa de circulação forçada de ar à 65° C e pesadas, para determinação da matéria seca (MS). Em seguida, foram moídas em moinho do tipo Wiley, utilizando peneira de 2 mm de malha.

Foram empregadas as seguintes técnicas analíticas descritas por MALAVOLTA et alii (1989): a) nitrogênio, pelo método micro-Kjeldahl; b) fósforo, por colorimetria do metavanadato; c) potássio e sódio, por fotometria de chama de emissão; d) cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de matéria seca

A produção de matéria seca (g/vaso) do capim-andropogon e do capim-colonião em cinco cortes, em três níveis de potássio, cálcio e sódio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2, (média de 3 repetições).

Nota-se, pelos resultados, exceção feita no primeiro corte, que as produções do colonião foram superiores. As duas gramíneas apresentaram comportamento muito semelhante, inclusive com quedas na produção do segundo e do terceiro corte.

Como todos os cortes foram realizados a intervalos de 30 dias, menos o primeiro, as plantas apresentavam 51 dias após transplante, período de adaptação aos tratamentos. Portanto, a produção do colonião foi a esperada para a idade da planta, o que está de acordo com WEBER & HAAG (1984), que observaram que entre os 30 e os 60 dias ocorre o período de maior acúmulo de matéria seca.

Em um dos primeiros estudos sobre o crescimento do capim-colonião, PEDREIRA (1965/66) já havia observado rápido crescimento das produções de matéria seca até o mês de janeiro.

Tabela 1 - Médias da produção de matéria seca (g/vaso) do capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. g	4o.	5o.
K	120	5.68	5.35	3.92	11.78
	180	6.47	5.57	4.18	11.77
	240	7.29	5.96	4.43	11.40
Ca	200	6.92	5.72	4.27	12.00
	400	6.42	5.61	4.08	11.64
	600	6.09	5.57	4.17	11.31
Na	000	6.18	5.43	4.09	11.16
	100	7.04	5.89	4.31	12.16
	200	6.22	5.56	4.12	11.63
Média		6.48	5.63	4.17	11.65

Tabela 2 - Médias da produção de matéria seca (g/vaso) do capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. g	4o.	5o.
K	120	10.38	4.65	3.22	9.80
	180	13.37	5.16	3.56	10.37
	240	15.24	5.19	3.91	11.00
Ca	200	12.11	5.10	3.71	10.47
	400	13.58	5.04	3.59	11.37
	600	13.30	4.86	3.38	9.34
Na	000	12.96	4.77	3.49	9.77
	100	13.09	5.25	3.56	10.50
	200	12.93	4.88	3.64	10.89
Média		13.00	5.00	3.56	10.39

O mesmo autor observou nos cortes seguintes, até fevereiro, produções estacionárias, o que foi atribuído à morte de perfilhos ou, maior intensidade de crescimento da planta abaixo do nível de corte. Esses resultados são semelhantes aos encontrados no segundo e no terceiro corte, quando houve uma decapitação dos perfilhos por elevação dos meristemas apicais. Na literatura, ZAGO & GOMIDE (1982), esclarecem essa progressiva elevação dos meristemas apicais não eliminados com a sucessão de cortes.

Foi observado, a partir do terceiro corte, um crescimento rápido das plantas, ocasionando aumentos nas produções até o quinto corte, o que, também, foi encontrado por PEDREIRA (1965/66), que, em época semelhante, observou aumentos da produção pelo alongamento do colmo, na elevação da inflorescência, quando há uma diminuição na relação folha/colmo.

Na literatura, poucos são os trabalhos com o capim-andropogon cv. Planaltina, por ser uma introdução recente, mas, é esperado que apresente comportamento semelhante às gramíneas cespitosas.

Diferenças na produção de matéria seca foram encontradas somente em relação aos níveis de potássio, ocorrendo um decréscimo linear no quinto corte, para o capim-andropogon e, um acréscimo linear no primeiro corte, para o capim-colonião, conforme Tabelas 1, 2 e 3, e Figuras 1 e 2, respectivamente.

Para o capim-colonião, observou-se uma tendência de aumentos da produção de matéria seca a medida que foram aumentados os níveis de potássio. Essas respostas de produção aos

Tabela 3 - Equações polinomiais significativas obtidas para matéria seca, teor e quantidade de K extraída pelos capins andropogon e colonião.

Matéria seca (g)	Andropogon:K 5o.corte - Coef.det. = 0.9566 $y = 18.508889 - 0.0201728x$
	Colonião: K 1o.corte - Coef.det. = 0.9823 $y = 5.699568 + 0.0405340x$
Teor de K (%)	Andropogon:K 2o.corte - Coef.det. = 0.9913 $y = 0.302025 + 0.0039722x$
	3o.corte - Coef.det. = 0.9784 $y = 0.305012 + 0.0033747x$
	4o.corte - Coef.det. = 0.9834 $y = -0.171481 + 0.0135278x$
	5o.corte - Coef.det. = 0.9483 $y = 0.350185 + 0.0113796x$
	Na - Coef.det. = 1.0 $y = 1.791496 - 0.0042531x + 0.00001887x$
	Colonião: K 1o.corte - Coef.det. = 0.8745 $y = 0.713031 + 0.0048991x$
	4o.corte - Coef.det. = 1.0 $y = 1.789630 + 0.0102130x$
	5o.corte - Coef.det. = 0.9124 $y = 0.772593 + 0.0102130x$
Quant. de K extraída (g)	Andropogon:K 1o.corte - Coef.det. = 0.9900 $y = 0.028622 + 0.0004401x$
	2o.corte - Coef.det. = 0.9522 $y = 0.007020 + 0.0002700x$
	4o.corte - Coef.det. = 0.9826 $y = 0.043038 + 0.0014565x$
	5o.corte - Coef.det. = 0.9679 $y = 0.053072 + 0.0012269x$
	Colonião: K 1o.corte - Coef.det. = 0.9533 $y = -0.024797 + 0.0012714x$
	4o.corte - Coef.det. = 0.9996 $y = 0.101336 + 0.0012873x$
	5o.corte - Coef.det. = 0.9577 $y = 0.061890 + 0.0015082x$

Figura 1 - Produção de matéria seca (g) do capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 2 - Produção de matéria seca (g) do capim-colonião, em três níveis de potássio em cinco cortes.

incrementos de potássio estão de acordo com BRAGA & RAMOS (1978), mas, não chegaram a ser como as encontradas por MONTEIRO et alii (1980). VICENTE-CHANDLER et alii (1962), também observaram pequena resposta produtiva à adubação potássica, e MESA et alii (1989), encontraram uma independência entre os níveis de potássio e o rendimento da matéria seca.

Em relação ao capim-andropogon, foi observada uma tendência de aumento na produção de matéria seca com o crescimento dos níveis de potássio, quando em baixos níveis de produção. Com o aumento das produções houve uma inversão significativa, mas, que, por ocorrer no último corte, não permitiu uma observação de continuidade.

Com a observação das Tabelas 1 e 2, nota-se que duas espécies, consideradas de baixa e de alta exigências nutricionais, apresentaram comportamento semelhante para produção de matéria seca, mesmo quando a adição de alguns nutrientes no meio de crescimento chegou à níveis considerados salinos e alcalinos (TISDALE et alii, 1985).

4.2. Teor e quantidade de potássio extraída

As médias dos teores de potássio (%) no capim-andropogon e no capim-colonião em cinco cortes e em três níveis de potássio, cálcio e sódio, são encontrados, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5, e as médias das quantidades de potássio extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 6 e 7.

Observa-se, nos teores de potássio, para o capim-

Tabela 4 - Médias dos teores de potássio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - PPm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	1.63	0.79	0.69	1.51
	180	1.81	0.99	0.95	2.14
	240	1.99	1.27	1.10	3.14
Ca	200	1.79	1.05	1.00	2.11
	400	1.77	0.99	0.90	2.26
	600	1.88	1.02	0.83	2.42
Na	000	2.00	1.11	1.00	2.27
	100	1.66	0.93	0.86	2.10
	200	1.77	1.01	0.88	2.43
Média		1.81	1.02	0.91	2.26
					2.40

Tabela 5 - Médias dos teores de potássio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	1.37	0.95	0.85	2.80
	180	1.47	1.06	0.96	3.31
	240	1.95	1.39	1.14	3.82
Ca	200	1.71	1.12	0.97	3.25
	400	1.51	1.10	0.97	3.21
	600	1.57	1.17	1.01	3.48
Na	000	1.59	1.17	0.95	3.12
	100	1.56	1.03	1.01	3.45
	200	1.64	1.19	0.99	3.37
Média		1.59	1.13	0.98	3.31
					2.61

Tabela 6 - Médias da quantidade extraída de potássio (mg/vaso) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	83.0	41.5	27.0	224.5
	180	104.8	51.4	35.2	291.8
	240	135.8	73.9	48.2	399.3
Ca	200	109.6	57.0	38.6	298.0
	400	107.6	54.0	43.7	307.7
	600	106.3	55.7	35.1	309.9
Na	000	109.7	57.1	36.9	295.3
	100	111.0	54.5	37.0	305.4
	200	102.8	55.2	36.6	314.9
Média		107.8	55.6	36.8	305.2

Tabela 7 - Médias da quantidade extraída de potássio (mg/vaso) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	137.5	42.1	27.0	256.7
	180	184.6	52.4	34.0	331.2
	240	290.1	68.8	43.9	411.2
Ca	200	199.5	55.1	36.0	346.8
	400	204.8	55.2	34.7	347.9
	600	207.8	53.0	34.1	314.5
Na	000	197.3	53.6	33.1	303.1
	100	203.8	54.0	36.1	346.7
	200	211.0	55.7	35.7	349.4
Média		204.1	54.4	35.0	333.1

andropogon, em relação aos níveis de potássio, crescimento linear no segundo, terceiro, quarto e quinto corte, e, em relação aos níveis de sódio, independente do corte, uma regressão quadrática, com teor máximo de 1,79% no nível zero ppm de sódio, conforme Tabelas 3 e 4, e, Figuras 3 e 4.

Para o capim-colonião, nos teores de potássio, também em relação aos níveis de potássio, nota-se um crescimento linear no primeiro, quarto e quinto corte, conforme Tabelas 3 e 5, e Figura 5.

No caso das quantidades extraídas, em relação aos níveis de potássio, os resultados mostraram-se linearmente crescentes no primeiro, segundo, quarto e quinto corte para o capim-andropogon e no primeiro, quarto e quinto corte para o capim-colonião, conforme Tabelas 3, 6 e 7, e Figuras 6 e 7.

Apesar de vários autores encontrarem inter-relações entre os cátions, os resultados determinados, em relação aos níveis de cálcio, concordam com RAIJ (1991), quando comenta que os teores de cálcio parecem não ter uma importância decisiva na disponibilidade de potássio para as plantas. Também não houve coerência nos resultados para evidenciar a influência do sódio, que, no trabalho de MUNDY (1983), diminuiu a concentração do potássio.

O aumento nos teores e nas quantidades de potássio extraídas, nos últimos cortes, também era esperado, pois, além da maior produção de matéria seca, que normalmente leva a uma maior absorção de todos os nutrientes, a maior parte do potássio é requerida entre o fim do perfilhamento e o começo da floração

Figura 3 - Teor de potássio (%) no capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 4 - Teor de potássio (%) no capim-andropogon, em três níveis de sódio, em cinco cortes.

Figura 5 - Teor de potássio (%) no capim-colonião, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 6 - Quantidade extraída de potássio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 7 - Quantidade extraída de potássio (mg) pelo capim-colonião, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 8 - Teor de cálcio (%) no capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

(MENGEL & KIRKBY, 1982).

Para o andropogon, os teores de potássio determinados situaram-se bem acima dos encontrados por ACIOLY (1974), em levantamento de campo, BERROTERAN (1989) e ROSA et alii (1991).

O colonião apresentou teores um pouco mais elevados que o andropogon, principalmente nos últimos cortes, mas, inferiores aos encontrados por HAAG et alii (1967), sendo semelhantes aos de BRAGA & RAMOS (1978), VIEIRA et alii (1980), e WEBER & HAAG (1984), e, muito superiores aos apresentados, em levantamento de campo, por ACIOLY (1974) e GALLO et alii (1974). Em um experimento com a cultivar tobiatã, FRANÇA & HAAG (1985) encontraram uma variação entre 0,39%, para plantas mal nutridas, e 2,63%, para as bem nutridas.

4.3. Teor e quantidade de cálcio extraída

As médias dos teores de cálcio (%) no capim-andropogon e no capim-colonião, em cinco cortes, em três níveis de potássio, cálcio e sódio, são encontradas, respectivamente, nas Tabelas 8 e 9, e as médias das quantidades de cálcio extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 10 e 11.

Observa-se, para o capim-andropogon, nos teores de cálcio em relação aos níveis de potássio, resultados linearmente decrescentes no segundo, terceiro, quarto e quinto corte, e, em relação aos níveis de cálcio, resultados linearmente crescentes em todos os cortes, conforme Tabelas 8 e 12, e Figuras 8 e 9.

Tabela 8 - Médias dos teores de cálcio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.64	0.99	1.06	1.19
	180	0.62	0.94	1.04	1.10
	240	0.54	0.78	0.85	0.90
Ca	200	0.47	0.74	0.77	0.75
	400	0.64	0.95	1.03	1.13
	600	0.70	1.03	1.15	1.30
Na	000	0.58	0.85	0.94	1.03
	100	0.60	0.90	0.96	1.10
	200	0.62	0.93	1.05	1.06
Média		0.60	0.90	0.98	1.06

Tabela 9 - Médias dos teores de cálcio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.73	1.02	1.08	1.12
	180	0.73	1.04	1.08	1.09
	240	0.60	0.96	0.94	0.93
Ca	200	0.61	0.79	0.89	0.89
	400	0.71	1.10	1.11	1.10
	600	0.74	1.13	1.09	1.16
Na	000	0.68	1.03	1.06	0.99
	100	0.70	0.99	1.03	1.08
	200	0.68	1.00	1.00	1.07
Média		0.69	1.01	1.03	1.05

Tabela 10 - Médias das quantidades extraídas de cálcio (mg/vaso)
pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	36.7	53.1	41.5	141.6
	180	40.3	52.4	43.5	132.5
	240	38.2	46.5	37.4	161.0
Ca	200	31.5	41.8	32.6	093.2
	400	41.4	53.2	42.1	133.8
	600	42.3	56.9	47.6	148.1
Na	000	35.4	47.9	38.2	120.1
	100	41.5	52.7	41.2	131.9
	200	38.2	51.4	43.0	123.2
Média		38.4	50.7	40.8	125.1

Tabela 11 - Médias da quantidade extraída de cálcio (mg/vaso)
pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	74.7	47.1	34.5	115.4
	180	96.5	54.3	38.4	118.0
	240	92.1	49.1	36.5	103.1
Ca	200	71.5	40.1	32.8	94.8
	400	94.1	55.4	39.8	129.3
	600	97.8	54.1	36.8	112.5
Na	000	86.9	48.7	36.8	99.5
	100	89.8	51.4	36.4	118.2
	200	86.7	49.4	36.3	118.9
Média		87.8	49.9	36.5	112.2

Tabela 12 - Equações polinomiais significativas obtidas para teor e quantidade de Ca extraída pelos capins andropogon e colonião.

Teor de Ca (%)	Andropogon:K	2o.corte - Coef.det. = 0.9231
	y =	1.218148 - 0.0017519x
		3o.corte - Coef.det. = 0.8298
	y =	1.305809 - 0.0017960x
		4o.corte - Coef.det. = 0.9511
	y =	1.501216 - 0.0024330x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9933
	y =	1.892994 - 0.0030417x
	Ca	1o.corte - Coef.det. = 0.9293
	y =	0.370877 + 0.0005734x
		2o.corte - Coef.det. = 0.9374
	y =	0.610704 + 0.0007303x
		3o.corte - Coef.det. = 0.9563
	y =	0.598346 + 0.0009605x
		4o.corte - Coef.det. = 0.9513
	y =	0.515420 + 0.0013696x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9687
	y =	0.793642 + 0.0013796x
	Colonião: K	- Coef.det. = 1.0
	y =	0.781519 + 0.0036095x - 0.00001285x ²
	Ca	1o.corte - Coef.det. = 0.9370
	y =	0.549185 + 0.0003402x
		2o.corte - Coef.det. = 1.0
	y =	0.202074 + 0.0036524x - 0.00000351x ²
		3o.corte - Coef.det. = 1.0
	y =	0.420444 + 0.0029506x - 0.00000305x ²
		4o.corte - Coef.det. = 1.0
	y =	0.499481 + 0.0023497x - 0.00000209x ²
		5o.corte - Coef.det. = 0.8725
	y =	0.983519 + 0.0004111x
Quant.de Ca extraída (g)	Andropogon:K	4o.corte - Coef.det. = 0.9080
	y =	0.185953 - 0.0003383x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9898
	y =	0.341742 - 0.0007780x
	Ca	4o.corte - Coef.det. = 0.9292
	y =	0.070179 + 0.0001372x
		5o.corte - Coef.det. = 1.0
	y =	0.055763 + 0.0006701x - 0.00000065x ²
Colonião: corte - Coef.det. = 0.9685		
y = 0.217947 - 0.0057614x + 0.00005341x ² - 0.000000112x ³

Figura 9 - Teor de cálcio (%) no capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 10 - Teor de cálcio (%) no capim-colonião, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Para o capim-colonião nos teores de cálcio em relação aos níveis de potássio, independente do corte, observa-se uma regressão quadrática, com teor máximo de 1,03% no nível 141 ppm de potássio. Em relação aos níveis de cálcio, resultados linearmente crescentes para o primeiro e o quinto cortes, e, regressões quadráticas para o segundo corte, com teor máximo de 1,15%, no nível 521 ppm; para o terceiro corte, com teor máximo de 1,15%, no nível 491 ppm, e, para o quarto corte, com teor máximo de 1,19% no nível 587 ppm de cálcio, conforme Tabelas 8 e 12, e, Figuras 10 e 11.

Para as quantidades extraídas de cálcio, pelo capim-andropogon, observam-se resultados linearmente decrescentes no quarto e quinto corte, em relação aos níveis de potássio. Em relação aos níveis de cálcio, resultados linearmente crescentes no quarto corte, e uma regressão quadrática no quinto corte, com produção máxima de 242,9 mg no nível 558 ppm de cálcio. Para o capim-colonião, apenas apresentou-se significativo o efeito do corte, através de uma regressão cúbica, conforme Tabelas 9, 10 e 12, e, Figuras 12, 13 e 14.

Em relação aos níveis de sódio e os níveis dos três elementos, para os dois capins, não foi observada coerência de resultados.

A influência inversa, do potássio sobre o cálcio, é bastante discutida na literatura, como em BRAGA & RAMOS (1978) e NASCIMENTO et alii (1990).

Analisando-se os resultados obtidos e comparando-os com o item anterior, observa-se que o aumento nos níveis de

Figura 11 - Teor de cálcio (%) no capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 12 - Quantidade extraída de cálcio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de potássio em cinco cortes.

Figura 13 - Quantidade extraída de cálcio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 14 - Quantidade extraída de cálcio (mg) pelo capim-colonião, em cinco cortes.

cálcio não interferiu com a absorção do potássio, mas, o inverso aconteceu, provavelmente, pela maior eficiência das raízes de gramíneas em absorver cátions monovalentes.

Essa interferência, no entanto, não foi suficiente para provocar quaisquer sintomas de desequilíbrio, inclusive, encontrando-se altos teores de cálcio mesmo no maior nível de potássio.

As taxas de absorção de cálcio, observadas tanto para o andropogon como para o colonião, são bem superiores às encontradas na literatura em HAAG et alii, (1967), VIEIRA et alii, (1980), WEBER & HAAG, (1984), ROSA et alii, (1991), e, inclusive, em FRANÇA & HAAG, (1985), que, para o tobiatã, encontraram valores de 0,67% de cálcio, para folhas bem nutridas. Resultados semelhantes foram encontrados em poucos trabalhos, tais como em GALLO et alii (1974), em levantamento de campo, e em BRAGA & RAMOS (1978).

A análise dos resultados obtidos, conduz à observação de MENGEL & KIRKBY (1982), de que a absorção do cálcio seria controlada geneticamente e dependeria mais de um eficiente mecanismo radicular. Outro ponto a se considerar para essas taxas é que a absorção do cálcio se dá somente por raízes jovens (TISDALE et alii, 1985), sendo a renovação do sistema radicular beneficiada pela frequência de cortes.

4.4. Teor e quantidade de sódio extraída

As médias dos teores de sódio (%) no capim-andropogon e no capim-colonião, em cinco cortes, em três níveis de potássio, cálcio e sódio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 13 e 14, e as médias das quantidades de sódio extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 15 e 16.

Observa-se nos teores de sódio, para o capim-andropogon, em relação aos níveis de cálcio, crescimento linear no segundo, terceiro e quarto corte e uma regressão quadrática no quinto, com teor máximo de 0,06% no nível 563 ppm de cálcio. Para o capim-colonião, em relação aos níveis de potássio e cálcio, independente do corte, crescimento linear, e, em relação aos níveis de sódio, crescimento linear no primeiro e quarto corte, e, uma regressão quadrática no quinto corte, com teor máximo de 0,07% no nível 200 ppm de sódio, conforme Tabelas 13, 14 e 17, e, Figuras 15, 16, 17 e 18.

Nas quantidades extraídas de sódio, pelo capim-andropogon, em relação aos níveis de cálcio, observaram-se resultados linearmente crescentes no quarto corte e uma regressão quadrática no quinto corte, com produção máxima de 8,9 mg no nível 451 ppm de cálcio. Pelo capim-colonião, crescimento linear, em relação aos níveis de sódio, no quarto e quinto corte, conforme Tabelas 15, 16 e 17, e, Figuras 19 e 20.

Os teores e as quantidades de sódio extraídas, pelas duas gramíneas, não mostraram influência dos níveis de potássio.

Tabela 13 - Médias dos teores de sódio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.02	0.03	0.03	0.05
	180	0.02	0.03	0.03	0.05
	240	0.02	0.03	0.03	0.05
Ca	200	0.02	0.02	0.03	0.04
	400	0.02	0.03	0.03	0.05
	600	0.02	0.03	0.03	0.06
Na	000	0.02	0.02	0.03	0.05
	100	0.02	0.03	0.03	0.05
	200	0.02	0.03	0.03	0.06
Média		0.02	0.03	0.03	0.05

Tabela 14 - Médias dos teores de sódio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.04	0.03	0.03	0.08
	180	0.04	0.03	0.03	0.08
	240	0.03	0.03	0.03	0.07
Ca	200	0.04	0.02	0.03	0.07
	400	0.04	0.03	0.03	0.08
	600	0.04	0.03	0.03	0.08
Na	000	0.03	0.02	0.03	0.06
	100	0.04	0.03	0.03	0.08
	200	0.04	0.03	0.03	0.09
Média		0.04	0.03	0.03	0.08

Tabela 15 - Médias da quantidade extraída de sódio (mg/vaso) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes					
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.	
K	120	1.0	1.3	1.1	6.2	8.6
	180	1.2	1.4	1.1	6.2	8.0
	240	1.2	1.5	1.2	5.7	7.1
Ca	200	1.0	1.2	1.1	5.2	6.3
	400	1.1	1.5	1.2	6.4	8.9
	600	1.2	1.6	1.3	6.6	8.4
Na	000	1.0	1.3	1.2	6.1	7.3
	100	1.2	1.5	1.2	6.4	8.0
	200	1.1	1.5	1.2	5.7	8.3
Média	1.1	1.4	1.2	6.1	7.9	

Tabela 16 - Médias da quantidade extraída de sódio (mg/vaso) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

		Cortes				
- Trat. -		1o.	2o.	3o.	4o.	5o.
ppm				mg		
K	120	4.2	1.2	1.1	8.7	9.4
	180	5.5	1.4	1.2	8.9	10.1
	240	5.1	1.3	1.3	7.9	9.3
Ca	200	4.4	1.2	1.1	7.9	10.1
	400	5.3	1.4	1.2	9.7	9.8
	600	4.7	1.3	1.2	7.8	8.9
Na	000	4.3	1.1	1.1	6.4	8.5
	100	5.0	1.4	1.2	8.8	9.5
	200	5.1	1.4	1.3	10.2	10.7
Média		0.48	1.3	1.2	8.5	9.6

Tabela 17 - Equações polinomiais significativas obtidas para teor e quantidade de Na extraída pelos capins andropogon e colonião.

Teor de Na (%)	Andropogon:Ca 2o.corte - Coef.det. = 0.9142
	y = 0.017309 + 0.0000197x
	3o.corte - Coef.det. = 0.9579
	y = 0.022926 + 0.0000145x
	4o.corte - Coef.det. = 1.0
	y = 0.036728 + 0.0000374x
	5o.corte - Coef.det. = 1.0 ₂
	y = 0.014852 + 0.0001689x - 0.00000015x ²
	Colonião: K - Coef.det. = 0.9229
	y = 0.056256 - 0.0000455x
	Ca - Coef.det. = 0.6902
	y = 0.044467 + 0.0000090x
	Na 1o.corte - Coef.det. = 0.8929
	y = 0.034370 + 0.0000315x
	4o.corte - Coef.det. = 0.9707
	y = 0.063648 + 0.0001531x
	5o.corte - Coef.det. = 1.0 ₂
	y = 0.058259 + 0.0000357x + 0.00000055x ²
Quant.de Na extraída (g)	Andropogon:Ca 4o.corte - Coef.det. = 0.8578
	y = 0.004647 + 0.0000035x
	5o.corte - Coef.det. = 1.0 ₂
	y = 0.000678 + 0.0000361x + 0.00000004x ²
	Colonião: Na 4o.corte - Coef.det. = 0,9751
	y = 0.006590 + 0.0000190x
	5o.corte - Coef.det. = 0.9974
	y = 0.008475 + 0.0000112x

Figura 15 - Teor de sódio (%) no capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 16 - Teor de sódio (%) no capim-colonião, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 17 - Teor de sódio (%) no capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 18 - Teor de sódio (%) no capim-colonião, em três níveis de sódio, em cinco cortes.

Figura 19 - Quantidade extraída de sódio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 20 - Quantidade extraída de sódio (mg) pelo capim-colonião, em três níveis de sódio, em cinco cortes.

Apesar de referências na literatura sobre a substituição do potássio pelo sódio (GRIFFITH & WALTERS, 1966; SMITH, 1981; MUNDY, 1983), os resultados obtidos não foram esclarecedores, levando à observação de TISDALE et alii (1985), de que as plantas apresentam diferentes habilidades nessa substituição.

Observa-se nos resultados, para as duas espécies, que apesar dos altos níveis de sódio utilizados, os teores determinados foram bem inferiores aos encontrados por ACIOLY (1974) e ASHOK KUMAR (1988), e conduziram ao trabalho de SOUSA et alii (1982), que não encontraram correlações entre os teores de sódio nos solos e nas plantas, e, ainda, observaram uma grande variação na concentração do elemento nas diferentes espécies.

4.5. Teor e quantidade de magnésio extraída

As médias dos teores de magnésio (%) no capim-andropogon e no capim-colonião, em cinco cortes, em três níveis de potássio, cálcio e sódio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 18 e 19, e as médias das quantidades de magnésio extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 20 e 21.

Observam-se teores de magnésio, para o capim-andropogon, em relação aos níveis de potássio e cálcio, linearmente decrescentes em todos os cortes. Para o capim-colonião, em relação aos níveis de potássio, resultados linearmente decrescentes em todos os cortes, e, em relação aos níveis de cálcio, linearmente decrescentes no quarto e quinto

Tabela 18 - Médias dos teores de magnésio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes					
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.	
K	120	0.27	0.36	0.30	0.52	0.51
	180	0.25	0.31	0.27	0.44	0.41
	240	0.22	0.24	0.21	0.36	0.32
Ca	200	0.30	0.33	0.30	0.52	0.50
	400	0.23	0.29	0.25	0.42	0.42
	600	0.22	0.28	0.23	0.37	0.32
Na	000	0.23	0.31	0.26	0.42	0.40
	100	0.25	0.28	0.24	0.44	0.42
	200	0.26,	0.30	0.28	0.45	0.42
Média	0.25	0.30	0.26	0.44	0.41	

Tabela 19 - Médias dos teores de magnésio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes					
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.	
K	120	0.49	0.39	0.37	0.81	0.69
	180	0.44	0.31	0.35	0.79	0.64
	240	0.38	0.33	0.29	0.67	0.56
Ca	200	0.46	0.33	0.34	0.80	0.67
	400	0.42	0.34	0.33	0.75	0.62
	600	0.42	0.35	0.33	0.71	0.60
Na	000	0.43	0.35	0.34	0.71	0.63
	100	0.43	0.33	0.33	0.77	0.62
	200	0.44	0.35	0.33	0.78	0.63
Média		0.43	0.34	0.33	0.75	0.63

Tabela 20 - Médias da quantidade extraída de magnésio (mg/vaso)
pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	15.5	19.2	11.7	61.9
	180	16.2	16.7	10.8	53.4
	240	15.4	14.0	9.5	41.1
Ca	200	19.7	18.4	12.4	64.3
	400	14.2	16.3	10.0	49.8
	600	13.2	15.1	9.6	42.4
Na	000	14.4	16.7	10.4	49.2
	100	16.8	16.6	10.3	44.2
	200	15.9	16.6	11.4	53.0
Média		15.7	16.6	10.7	52.1

Tabela 21 - Médias da quantidade extraída de magnésio (mg/vaso)
pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	50.1	17.5	11.8	79.6
	180	57.3	15.5	12.2	82.2
	240	56.0	16.5	11.0	72.9
Ca	200	54.3	16.5	12.2	82.6
	400	54.8	16.6	11.6	85.5
	600	54.3	16.4	11.1	66.4
Na	000	53.3	16.1	11.5	69.7
	100	55.5	16.9	11.7	80.3
	200	54.6	16.5	11.7	84.6
Média		54.5	16.5	11.6	78.2

corte, conforme Tabelas 18, 19 e 22, e, Figuras 21, 22, 23 e 24.

Nas quantidades de magnésio extraídas, pelo capim-andropogon, observam-se decréscimos lineares no quarto e quinto corte, em relação aos níveis de potássio e cálcio, e, pelo capim-colonião, decréscimos lineares em relação aos níveis de cálcio no quarto e quinto corte, conforme Tabelas 20, 21 e 22, e, Figuras 25, 26 e 27.

Os teores e as quantidades de magnésio, nas duas gramíneas, não foram afetados pelo aumento do teor de sódio na solução nutritiva, o que está de acordo com MUNDY (1983), que, inclusive, sugere a adubação com sódio para aumentar os níveis de magnésio nas pastagens.

A diminuição nos teores e quantidades do magnésio extraído, em relação aos aumentos nos níveis de potássio e cálcio, era esperada, segundo trabalhos feitos por BRAGA & RAMOS (1978), MENGEL & KIRKBY (1982) e NASCIMENTO et alii (1990), mas, assim como discutido para o cálcio, em item anterior, não foram notados efeitos de desequilíbrio nas plantas. Mesmo assim, observa-se que os teores determinados, para as duas espécies, são superiores aos encontrados por vários autores, como HAAG et alii (1967), VIEIRA et alii (1980), WEBER & HAAG (1984) e ROSA et alii (1991).

4.6. Teor e quantidade de nitrogênio extraída

As médias dos teores de nitrogênio (%) no capim-andropogon e no capim-colonião, em cinco cortes, em três níveis

Tabela 22 - Equações polinomiais significativas obtidas para teor e quantidade de Mg extraída pelos capins andropogon e colonião.

Teor de Mg (%)	: Andropogon:K	1o.corte - Coef.det. = 0.9729
	y =	0.323821 - 0.0004108x
		2o.corte - Coef.det. = 0.9938
	y =	0.483117 - 0.0010151x
		3o.corte - Coef.det. = 0.9840
	y =	0.387309 - 0.0007062x
		4o.corte - Coef.det. = 1.0
	y =	0.679414 - 0.0013410x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9999
	y =	0.695556 - 0.0015741x
	Ca	1o.corte - Coef.det. = 0.7995
	y =	0.323617 - 0.0001844x
		2o.corte - Coef.det. = 0.9220
	y =	0.354580 - 0.0001355x
		3o.corte - Coef.det. = 0.8960
	y =	0.325790 - 0.0001640x
		4o.corte - Coef.det. = 0.9759
	y =	0.582432 - 0.0003610x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9981
	y =	0.588889 - 0.0004417x
<hr/>		
	Colonião: K	1o.corte - Coef.det. = 0.9883
	y =	0.600315 - 0.0009201x
		2o.corte - Coef.det. = 0.5528
	y =	0.431377 - 0.0004991x
		3o.corte - Coef.det. = 0.9358
	y =	0.458537 - 0.0006960x
		4o.corte - Coef.det. = 0.8664
	y =	0.964333 - 0.0011679x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9826
	y =	0.812500 - 0.0010231x
	Ca	4o.corte - Coef.det. = 0.9989
	y =	0.838852 - 0.0002119x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9231
	y =	0.701667 - 0.0001833x
<hr/>		
Quant.de Mg extraída (g)	: Andropogon:K	4o.corte - Coef.det. = 0.9890
	y =	0.083235 - 0.0001727x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9983
	y =	0.122891 - 0.0003255x
	Ca	4o.corte - Coef.det. = 0.9663
	y =	0.074026 - 0.0000547x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9923
	y =	0.099030 - 0.0000868x
<hr/>		
	Colonião: Ca	4o.corte - Coef.det. = 0.6201
	y =	0.094438 - 0.0000406x
		5o.corte - Coef.det. = 0.9853
	y =	0.116907 - 0.0000649x

Figura 21 - Teor de magnésio (%) no capim andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 22 - Teor de magnésio (%) no capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 23 - Teor de magnésio (%) no capim-colonião, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 24 - Teor de magnésio (%) no capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 25 - Quantidade extraída de magnésio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 26 - Quantidade extraída de magnésio (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 27 - Quantidade extraída de magnésio (mg) pelo capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

de potássio, cálcio e sódio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 23 e 24, e as médias das quantidades de nitrogênio extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 25 e 26.

Observam-se para os teores de nitrogênio, no capim-andropogon, em relação aos níveis de potássio e sódio, decréscimos lineares no primeiro e segundo corte, respectivamente. No capim-colonião, observa-se apenas efeito do corte através de uma regressão cúbica, conforme Tabelas 23, 24 e 27, e, Figuras 28, 29 e 30.

Em relação às quantidades extraídas de nitrogênio, pelo capim-andropogon, observa-se efeito do corte através de regressão cúbica, e, pelo capim-colonião, decréscimo linear no quinto corte, em relação aos níveis de cálcio, conforme Tabelas 25, 26 e 27, e, Figuras 31 e 32.

A interação do nitrogênio com o potássio, como citada em item anterior, é bastante complexa, e, no caso, a interação com os outros cátions, cálcio e sódio, também não se mostrou suficientemente definida.

Observa-se que, os teores determinados para o andropogon, excetuando-se o primeiro corte, são inferiores aos do colonião, mas as duas gramíneas apresentaram resultados semelhantes aos encontrados por vários autores, como HAAG et alii (1967), VIEIRA et alii (1980), WEBER & HAAG (1984), FRANÇA & HAAG (1985) e ROSA et alii (1991).

Tabela 23 - Médias dos teores de nitrogênio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes					
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.	
K	120	1.74	1.11	1.07	2.10	1.77
	180	1.64	1.25	1.07	2.12	1.94
	240	1.49	1.20	1.05	2.16	1.88
Ca	200	1.58	1.16	1.13	2.07	1.83
	400	1.63	1.19	1.03	2.17	1.85
	600	1.66	1.20	1.02	2.14	1.91
Na	000	1.64	1.38	1.04	2.18	1.90
	100	1.54	1.08	1.08	2.04	1.82
	200	1.69	1.10	1.08	2.16	1.87
Média		1.62	1.18	1.06	2.13	1.86

Tabela 24 - Médias dos teores de nitrogênio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

		Cortes				
- Trat. -		1o.	2o.	3o.	4o.	5o.
ppm				%		
K	120	1.32	1.24	1.27	2.34	2.13
	180	1.19	1.16	1.22	2.37	2.15
	240	1.04	1.17	1.27	2.23	1.99
Ca	200	1.22	1.21	1.25	2.35	2.10
	400	1.18	1.12	1.22	2.22	2.03
	600	1.15	1.24	1.29	2.38	2.14
Na	000	1.21	1.24	1.25	2.37	2.12
	100	1.16	1.10	1.23	2.35	2.06
	200	1.18	1.23	1.27	2.22	2.09
Média		1.18	1.19	1.25	2.32	2.09

Tabela 25 - Médias da quantidade extraída de nitrogênio (mg/vaso) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	90.4	58.4	41.7	244.3
	180	99.9	67.5	44.6	245.2
	240	102.0	70.2	46.2	243.9
Ca	200	101.9	63.1	47.8	244.2
	400	96.8	66.9	42.0	249.5
	600	93.7	66.2	42.5	239.7
Na	000	92.5	72.4	42.3	238.1
	100	102.7	63.1	45.9	246.1
	200	97.1	60.7	44.3	249.1
Média		97.4	65.4	44.1	244.5

Tabela 26 - Médias da quantidade extraída de nitrogênio (mg/vaso) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	135.0	57.1	40.1	222.1
	180	153.2	58.3	43.3	239.3
	240	157.2	58.3	49.2	232.7
Ca	200	139.8	60.1	45.9	238.9
	400	156.7	55.9	43.5	244.4
	600	149.0	57.7	43.2	210.8
Na	000	148.4	57.6	43.2	218.9
	100	148.4	57.2	43.8	239.0
	200	148.7	58.9	45.6	236.1
Média		148.5	57.9	44.2	231.4

Tabela 27 - Equações polinomiais significativas obtidas para teores e quantidades de N e P extraídas pelos capins andropogon e colonião.

Teor de N : Andropogon:K 1o.corte - Coef.det. = 0.9804
 (%) $y = 1.999136 - 0.0020926x$
 :Na 2o.corte - Coef.det. = 0.6807
 $y = 1.320926 - 0.0013722x$

Colonião: corte - Coef.det. = 0.8767
 $y = 2.875407 - 0.0860333x + 0.00116349x^2 - 0.000004152x^3$

Quant.de N : Andropogon:corte - Coef.det. = 0.8782
 extraída (g)

$y = 0.417275 - 0.0153423x + 0.00018313x^2 - 0.000000581x^3$
 Colonião: Ca 5o.corte - Coef.det. = 0.9952
 $y = 0.340142 - 0.0001241x$

Teor de P : Andropogon:corte - Coef.det. = 0.9759
 (%)

$y = 0.179459 - 0.0044588x + 0.00007492x^2 - 0.000000295x^3$
 Colonião: corte - Coef.det. = 0.9369
 $y = 0.147859 - 0.0068478x + 0.00013264x^2 - 0.000000548x^3$

Quant.de P : Andropogon:K 5o.corte - Coef.det. = 0.7606
 extraída (g) $y = 0.031775 - 0.0000261x$

:Ca 4o.corte - Coef.det. = 0.9852
 $y = 0.029341 + 0.0000101x$
 5o.corte - Coef.det. = 0.8978
 $y = 0.033480 - 0.0000160x$
 :K - 200 Ca - Coef.det. = 1.0₂
 $y = 0.038793 - 0.0002905x + 0.00000084x^2$
 :Ca - 120 K - Coef.det.= 0.9918
 $y = 0.017419 - 0.000074x$
 :Ca - 240 K - Coef.det.= 0.8465
 $y = 0.019213 - 0.0000118x$

Colonião: Ca 4o.corte - Coef.det. = 0.8249
 $y = 0.036484 - 0.0000181x$
 5o.corte - Coef.det. = 0.9994
 $y = 0.041047 - 0.0000230x$

Figura 28 - Teor de nitrogênio (%) no capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 29 - Teor de nitrogênio (%) no capim-andropogon, em três níveis de sódio, em cinco cortes.

Figura 30 - Teor de nitrogênio (%) no capim-colonião, em cinco cortes.

Figura 31 - Quantidade extraída de nitrogênio (mg) pelo capim-andropogon, em cinco cortes.

Figura 32 - Quantidade extraída de nitrogênio (mg) pelo capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

4.7. Teor e quantidade de fósforo extraída

As médias dos teores de fósforo (%) no capim-andropogon e no capim-colonião, em cinco cortes, em três níveis de potássio, cálcio e sódio, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 28 e 29, e as médias das quantidades de fósforo extraídas (mg/vaso), nas Tabelas 30 e 31.

Observa-se nos teores de fósforo, para as duas gramíneas, apenas efeito do corte através de uma regressão cúbica, conforme Tabelas 28, 29 e 27, e, Figuras 33 e 34.

Nas quantidades de fósforo extraídas, para o capim-andropogon, em relação aos níveis de potássio, observa-se decréscimo linear no quinto corte. Em relação aos níveis de cálcio, decréscimo linear no quarto e quinto corte, e, para a interação KxCa. No caso, observa-se para o fósforo, nos níveis de potássio dentro do fator 200 ppm de cálcio, uma regressão quadrática, e nos níveis de cálcio dentro dos fatores 120 e 240 ppm de potássio, um decréscimo linear. Para o capim-colonião, observa-se decréscimos lineares, em relação aos níveis de cálcio, para o quarto e quinto corte, conforme Tabelas 30, 31 e 27, e, Figuras 35, 36 e 37.

Os teores e as quantidades de fósforo extraídas, para as duas espécies, não apresentaram tendência definida em relação aos níveis de sódio.

Na literatura, não foram encontrados trabalhos relacionando a influência do aumento nos níveis de cátions, com a absorção do fósforo pelas plantas.

Tabela 28 - Médias dos teores de fósforo (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.10	0.11	0.15	0.23
	180	0.11	0.12	0.16	0.22
	240	0.09	0.14	0.17	0.21
Ca	200	0.10	0.14	0.16	0.23
	400	0.10	0.12	0.16	0.22
	600	0.10	0.11	0.16	0.21
Na	000	0.11	0.13	0.16	0.23
	100	0.09	0.12	0.16	0.21
	200	0.10	0.12	0.15	0.23
Média		0.10	0.13	0.16	0.22

Tabela 29 - Médias dos teores de fósforo (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. %	4o.	5o.
K	120	0.03	0.11	0.16	0.34
	180	0.04	0.11	0.15	0.32
	240	0.06	0.15	0.20	0.29
Ca	200	0.06	0.13	0.17	0.33
	400	0.03	0.11	0.17	0.30
	600	0.03	0.12	0.17	0.31
Na	000	0.05	0.13	0.17	0.33
	100	0.03	0.11	0.16	0.32
	200	0.04	0.13	0.17	0.30
Média		0.04	0.12	0.17	0.32

Tabela 30 - Médias da quantidade extraída de fósforo (mg/vaso)
pelo capim-andropogon. em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	5.1	5.7	5.7	26.7
	180	6.2	6.4	6.2	25.2
	240	6.3	8.5	7.6	24.0
Ca	200	6.0	7.7	6.5	27.5
	400	6.1	6.8	6.5	25.0
	600	5.4	6.2	6.5	23.4
Na	000	5.6	6.8	6.3	25.1
	100	6.1	7.1	6.8	25.0
	200	5.8	6.7	6.4	25.9
Média		5.9	6.9	6.5	25.3

Tabela 31 - Médias da quantidade extraída de fósforo (mg/vaso)
pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na,
em cinco cortes.

- Trat. - ppm	Cortes				
	1o.	2o.	3o. mg	4o.	5o.
K	120	2.4	4.7	5.0	29.6
	180	4.5	5.4	5.3	29.8
	240	8.0	7.8	7.5	28.2
Ca	200	6.8	6.7	6.3	31.9
	400	4.4	5.6	6.1	31.2
	600	3.6	5.5	5.5	24.6
Na	000	5.7	5.9	5.9	29.3
	100	4.3	5.9	5.8	30.0
	200	4.8	6.0	6.2	28.3
Média		4.9	6.0	5.9	29.2

Figura 33 - Teor de fósforo (%) no capim-andropogon, em cinco cortes.

Figura 34 - Teor de fósforo (%) no capim-colonião, em cinco cortes.

Figura 35 - Quantidade extraída de fósforo (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de potássio, em cinco cortes.

Figura 36 - Quantidade extraída de fósforo (mg) pelo capim-andropogon, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Figura 37 - Quantidade extraída de fósforo (mg) pelo capim-colonião, em três níveis de cálcio, em cinco cortes.

Os baixos teores de fósforo encontrados para o colonião, no primeiro corte, estão de acordo com os obtidos por WEBER & HAAG (1984), para plantas de 60 dias de idade.

Observa-se que o capim-andropogon, para o mesmo corte, apresenta teores mais altos de fósforo, o que não ocorre nos cortes seguintes.

Mesmo com essa menor exigência em fósforo, do andropogon em relação ao colonião, os resultados obtidos são maiores que os encontrados na literatura (ACIOLY, 1974; THOMAS & ANDRADE, 1984 e ROSA et alii, 1991).

Para o colonião, os resultados se encontram próximos aos citados por vários autores, como, HAAG et alii (1967), ACIOLY (1974) e GALLO et alii (1974), em levantamento de campo; VIEIRA et alii (1980), THOMAS & ANDRADE (1984) e ROSA et alii (1991).

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

- O capim-colinião respondeu favoravelmente aos incrementos de potássio, em relação à produção de matéria seca. Tanto o colinião, como o andropogon, não se mostraram afetados pelas altas concentrações dos cátions utilizadas.
- Os teores de potássio, nos dois capins, apresentaram crescimento com o aumento dos níveis de potássio, e, não foram afetados pelas doses de cálcio e de sódio.
- A porcentagem de cálcio, nos dois capins, cresceu com o aumento dos níveis de cálcio na solução, decresceu com o aumento do potássio, e, não foi afetada pelo sódio.
- Os teores de sódio, nos dois capins, apresentaram crescimento com o aumento do cálcio e do sódio na solução, e, não foram afetados pelo potássio. Apesar desse crescimento, os teores foram considerados baixos, não sofrendo influência da alta concentração no substrato.
- Os teores do magnésio, nos dois capins, foram inversamente relacionados ao aumento do potássio e do cálcio na solução, e, não foram afetados pelo aumento do sódio.
- A porcentagem de nitrogênio, nas duas gramíneas, não apresentou diferenças, quando relacionada ao aumento nos níveis de

potássio, cálcio e sódio.

- As quantidades de fósforo extraídas foram inversas às quantidades de cálcio na solução. O capim-andropogon mostrou menor exigência em fósforo, em relação ao colonião, apresentando produções semelhantes de matéria seca, com menores teores do elemento.
- Apesar das interações entre os elementos estudados, a aplicação de maiores quantidades de potássio, cálcio e sódio, não afetou nem o desenvolvimento, nem a nutrição dos capins andropogon e colonião.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir:

a) Em condições de fornecimento adequado de água, as inter-relações, entre os níveis de cátions no meio de crescimento, são secundárias a outros mecanismos, como o equilíbrio genético e fisiológico das plantas.

b) Com o fornecimento de água adequado, não há diferenças no comportamento do capim-colonião e do capim-andropogon, quando cultivados em altas concentrações de potássio, cálcio e sódio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, P.B. & BUFARAH, G. Plantas forrageiras; gramíneas & leguminosas. São Paulo, Nobel, 1982. 105p.
- ACIOLY, J.C. Teores de sódio, potássio, magnésio, cálcio e fósforo em gramíneas coletadas em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Ciências Agrônômicas*, Fortaleza, 4(1/2):17-23, 1974.
- AROKIA, A. & ARUMUGAM, M. Evaluation of grass and cereal fodders in sodic soil. *Indian Journal Agronomy*, New Delhi, 34(1):139-40, 1989.
- ASHOK KUMAR. Performance of forage grasses in saline soils. *Indian Journal Agronomy*, New Delhi, 33(1): 26-30, 1988.
- ASHOK KUMAR & ABROL, I.P. Relative tolerance of grasses to sodic soils. *Indian Farming*, New Delhi, 31(6):41-3, 1982.
- BERROTERAN, J.L. Respuesta de *Andropogon gayanus* y *Digitaria swazilandensis* a la fertilización en los Llanos Centrales de Venezuela. *Pasturas Tropicales*, Cali, 11(3):2-7, 1989.
- BRAGA, J.M. & RAMOS, G.M. Competição por potássio entre gramíneas e leguminosas consorciadas, em função da capacidade de troca

lônica das raízes. *Revista Ceres*, Viçosa, 25(140):335-44, 1978.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programas Pastos Tropicales. In: _____. *Informe Anual CIAT*, Cali, p.68-87, 1980.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. *Andropogon gayanus*, an exceptional grass for tropical pastures. In: _____. *CIAT Report*, Cali, 1986, p.78-90.

DRUDI, A. & FAVORETTO, V. Influência da frequência, época e altura do corte na produção e na composição química do capim-andropogon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22 (11/12):1287-92, 1987.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. SOC; Software Científico. Brasília, 1989. (Disquete).

FERNANDES, A.P.M.; GOMIDE, J.A.; BRAGA, J.M. Efeito da adubação potássica sobre a produção e valor nutritivo de algumas gramíneas forrageiras tropicais. *Experientiae*, Viçosa, 10(7): 185-208, 1970.

FRANÇA, A.F.S. & HAAG, H.P. Nutrição mineral de gramíneas tropicais. 1.Carências nutricionais de capim tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 42:83-95, 1985.

GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI,

- A.M.C.; MATTOS, H.B.; SARTINI, H.J.; FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageiras do estado de São Paulo. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 31(1):115-37, 1974.
- GALRAO, E.Z. & LOPES, A.S. Deficiências nutricionais em solos de cerrados. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO; USO E MANEJO, 5., Brasília, 1979. Anais. Brasília, Editerra, 1979. p.595-614.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 10ed. Piracicaba, Nobel, 1982. 430p.
- GRIFFITH, G. & WALTERS, R.J.K. The sodium and potassium content of some grass genera, species and varieties. Journal Agricultural Science, Cambridge, 67:81-9, 1966.
- GRIFFITH, W.K.; TEEL, M.R.; PARKER, H.E. Influence of nitrogen and potassium on the yield and chemical composition of Orchardgrass. Agronomy Journal, Madison, 67(5):473-5, 1964.
- GUTERRES, E.P. & GOMES, D.B. Efeito do calcário e da adubação nitrogenada em *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton. Anuário Técnico do IPZFO, Porto Alegre, 9:285-301, 1982.
- HAAG, H.P.; BOSE, M.L.V.; ANDRADE, R.G. Absorção dos macronutrientes pelos capins colônia, gordura, jaraguá, napier e pangola. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 24:177-88, 1967.
- HACKER, J.B.; STRICK LAND, R.W.; BASFORD, K.E. Genetic variation in sodium and potassium concentration in herbage of *Digitaria*

milanjiana, and its relation to provenance. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, 36:201-12, 1985.

HERNANDEZ, M. & ACOSTA, R. Efecto de diferentes niveles de P y K en hierba guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Pastos y Forrajes*, Cali, 2(1):123-32, 1979.

HUNPHREYS, L.R. *Environmental adaptation of tropical pasture plants*. London, Macmillan, 1981. 261p.

HYLTON, L. O.; ULRICH, A.; CORNELIUS, D. R. Potassium and sodium interrelations in growth and mineral content of Italian ryegrass. *Agronomy Journal*, Madison, 59:311-4, 1967.

MACHADO, R.; RODRIGUEZ, G.; LEIVA, R. Comparación de siete variedades de pastos en suelos arcillosos limosos. *Pastos y Forrajes*, Cali, 3:353-72, 1980.

MACHADO, R.C.R.; SOUZA, H.M.F.; MORENO, M.A.; ALVIM, P.T. Variáveis relacionadas com a tolerância de gramíneas forrageiras ao déficit hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 18(6):603-8, 1983.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. *Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras*. 3ed. Piracicaba, POTAFOS, 1982. 91p. (Boletim Técnico, 4).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado*

nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 201p.

MENGEL, K. & KIRKEY, E.A. Principles of plant nutrition. 3ed. Bern, International Potash Institute, 1982. 655p.

MESA, A.R.; MENDONZA, F.; AVILA, V. Rendimiento, composicion quimica y niveles criticos de potasio en cuatro gramineas tropicales. Pastos y Forrajes, Cali, 12:43-51, 1989.

MIELNICZUK, J. O potássio no solo. 4ed. Piracicaba, POTAFOS, 1982. 79p. (Boletim técnico, 2).

MONTEIRO, F.A.; LIMA, S.A.A.; WERNER, J.C.; MATOS, H.B. Adubação potássica em leguminosas e em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 37 (1):127-48, 1980.

MUNDY, G.N. Effects of potassium and sodium concentrations on growth and cation accumulation in pasture species growth in sand culture. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 34:469-81, 1983.

MUNDY, G.N. Effects of potassium and sodium applications to soil on growth and cation accumulation of herbage. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 35:85-97, 1984.

NASCIMENTO, V.M.; ISEPON, O.J.; FERNANDES, F.M. Efeitos de doses de NPK nas relações K, Ca e Mg em *Brachiaria decumbens* Stapf,

cultivada em latossolo da região do cerrado. In: REUNIAO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., Campinas, 1990. Anais. Piracicaba, FEALQ, 1990. p.241.

NASCIMENTO Jr., D. Informações sobre plantas forrageiras. Viçosa Universidade Federal de Viçosa, 1981. 56p. (Boletim Técnico, 81).

NEPTUNE, A.M.L. O magnésio como nutriente para as culturas. In: SEMINARIO P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, MANAH, 1986. p.80.

PEDREIRA, J.V.S. Estudo de crescimento do capim-colonião (*Panicum maximum* var. Jacq.). Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, 23(único):139-45, 1965/66.

PEREIRA, J.R. Solos salinos e sódicos. In: SIMPOSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM, Campinas, 1983. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.127-43.

PROJETO RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1982a. 452p. (Levantamento de recursos naturais, 27).

PROJETO RADAMBRASIL. Folha SE.21 Campo Grande. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1982b. 416p. (Levantamento de recursos naturais, 28).

RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, Agro-

nômica Ceres; Piracicaba, POTAFOS, 1991. 343p.

ROSA, B.; BORGES, A.J.S.; BITTENCOURT, L.D. Composição química do capim andropogon em diferentes idades e épocas de corte. I. Cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg) e Potássio (K). In: REUNIAO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., João Pessoa, 1991. *Anais*. João Pessoa, SBZ, 1991. p.83.

SARRUGE, J.R. Soluções Nutritivas. *Summa Phytopathologica*, 1:231-3, set. 1975. (Nota Técnica).

SERRAO, E.A.S.; FALESI, I.C.; VEIGA, J.B.; TEIXEIRA NETO, J.F. Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de florsta da Amazônia Brasileira. In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A.; SERRAO, E.A.S. *Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos*. Brasília, Editerra, CIAT, EMBRAPA, 1982. cap.3, p.219-51.

SMITH, F.W. Ionic relations in tropical pasture grasses. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 3(5):813-26, 1981.

SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; McDOWELL, L.R. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecidos animais. I. Cálcio e fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 14(4):387-95, 1979.

SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; MOTT, G.O.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B.; BLUE, W.G. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. *Pesquisa Agropecuária Bra-*

sileira, Brasília, 17(1):11-20, 1982.

- TEITZEL, J.K. Formulação de programas de fertilização de pastagens para a costa úmida tropical da Austrália. In: TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A.; SERRAO, E.A.S. Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos. Brasília, Editerra, CIAT, EMBRAPA, 1982. cap.2, p.111-25.
- THOMAS, D. & ANDRADE, R.P. Desempenho agrônômico de cinco gramíneas tropicais sob pastejo na região dos cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(8):1047-51, 1984.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers. 4ed. New York, Macmillan Publ., 1985. 754p.
- VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R.W.; ABRUNA, F.; SILVA, S. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid tropical conditions. Agronomy Journal, Madison, 54(5):450-3, 1962.
- VIEIRA, J.D.; HAAG, H.P.; CORSI, M.; BOSE, M.L.J. Produção, coeficiente de digestibilidade da matéria seca e concentração de nutrientes em *Panicum maximum* Jacq., em função dos cortes aos 30, 45, 60 e 75 dias de idade. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 37:419-40, 1980.
- WEBER, O.L.S. & HAAG, H.P. Nutrição mineral de *Panicum maximum* cv. Makueni. I. Crescimento, concentração e extração de micronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 41:761-93, 1984.

ZAGO, C.P. & GOMIDE, J.A. Valor nutritivo e produtividade do capim-colonião, submetido a diferentes intervalos de corte, com e sem adubação de reposição. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 11(3):512-28, 1982.

ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. SANEST: Sistema de análise estatística para microcomputadores, s.d. (Disquete).

· APÉNDICE ~

Tabela 32 - Análise de variância da produção de matéria seca (g/vaso) do capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.5052108	0.2526054	0.0125	0.98833
CA	2	26.8278099	13.4139049	0.6662	0.52185
NA	2	50.3321382	25.1660691	1.2498	0.29328
K*CA	4	88.2954925	22.0738731	1.0963	0.36661
K*NA	4	31.9312991	7.9828248	0.3965	0.81207
CA*NA	4	53.2900905	13.3225226	0.6616	0.62393
RESIDUO (A)	62	1248.4092411	20.1356329		
PARCELAS	80	1499.5912820			
CORTE	4	6613.6701129	1653.4175282	386.5549	0.00001
COR*K	8	127.9809313	15.9976164	3.7401	0.00055
COR*CA	8	23.8965392	2.9870674	0.6984	0.69475
COR*NA	8	18.7782136	2.3472767	0.5488	0.82012
RESIDUO (B)	296	1266.0857054	4.2773166		
TOTAL	404	9550.0027845			

MEDIA GERAL = 8.561581

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 23.439 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 24.156 %

Tabela 33 - Análise de variância da produção de matéria seca (g/vaso) do capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	208.9980388	104.4990194	3.3454	0.04050
CA	2	65.5267042	32.7633521	1.0489	0.35759
NA	2	17.9047238	8.9523619	0.2866	0.75579
K*CA	4	69.1884640	17.2971160	0.5537	0.70015
K*NA	4	126.8426191	31.7106548	1.0152	0.40745
CA*NA	4	87.5131957	21.8782989	0.7004	0.59729
RESIDUO (A)	62	1936.6561783	31.2363900		
PARCELAS	80	2512.6279239			
CORTE	4	8144.6885172	2036.1721293	233.5837	0.00001
COR*K	8	175.9356014	21.9919502	2.5229	0.01152
COR*CA	8	125.3387561	15.6673445	1.7973	0.07664
COR*NA	8	27.9599063	3.4949883	0.4009	0.91954
RESIDUO (B)	296	2580.2613807	8.7170993		
TOTAL	404	13566.8140856			

MEDIA GERAL = 9.421728

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 26.529 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 31.337 %

Tabela 34 - Análise de variância do teor de potássio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	48.9903487	24.4951743	46.1121	0.00001
CA	2	0.2870401	0.1435201	0.2702	0.76775
NA	2	3.8243028	1.9121514	3.5996	0.03222
K*CA	4	2.3693626	0.5923406	1.1151	0.35763
K*NA	4	1.8966053	0.4741513	0.8926	0.52434
CA*NA	4	1.7785288	0.4446322	0.8370	0.50879
RESIDUO (A)	62	32.9349963	0.5312096		
PARCELAS	80	92.0811847			
CORTE	4	154.1305520	38.5326380	220.2048	0.00001
COR*K	8	20.8136379	2.6017047	14.8681	0.00001
COR*CA	8	1.7395103	0.2174388	1.2426	0.27307
COR*NA	8	1.7367181	0.2170898	1.2406	0.27420
RESIDUO (B)	296	51.7956883	0.1749854		
TOTAL	404	322.2972913			

MEDIA GERAL = 1.680706

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 19.393 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 24.889 %

Tabela 35 - Análise de variância do teor de potássio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	35.6468998	17.8234499	19.8322	0.00001
CA	2	1.3694878	0.6847439	0.7619	0.52480
NA	2	0.6136212	0.3068106	0.3414	0.71708
K*CA	4	2.1711230	0.5427807	0.6040	0.66439
K*NA	4	2.9436100	0.7359025	0.8188	0.51998
CA*NA	4	3.5009372	0.8752343	0.9739	0.57040
RESIDUO (A)	62	55.7201792	0.8987126		
PARCELAS	80	101.9658581			
CORTE	4	325.1652462	81.2913115	243.7765	0.00001
COR*K	8	9.7456985	1.2182123	3.6532	0.00067
COR*CA	8	4.2116790	0.5264599	1.5787	0.13001
COR*NA	8	2.5844707	0.3230588	0.9688	0.53874
RESIDUO (B)	296	98.7060831	0.3334665		
TOTAL	404	542.3790356			

MEDIA GERAL = 1.926817

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 22.003 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 29.970 %

Tabela 36 - Análise de variância da quantidade extraída de potássio (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.5071102	0.2535551	84.0314	0.00001
CA	2	0.0006700	0.0003350	0.1110	0.89475
NA	2	0.0003443	0.0001721	0.0570	0.94439
K*CA	4	0.0191360	0.0047840	1.5855	0.18835
K*NA	4	0.0109917	0.0027479	0.9107	0.53486
CA*NA	4	0.0065341	0.0016335	0.5414	0.70901
RESIDUO (A)	62	0.1870780	0.0030174		
PARCELAS	80	0.7318642			
CORTE	4	5.0844019	1.2711005	911.0911	0.00001
COR*K	8	0.2740445	0.0342556	24.5535	0.00001
COR*CA	8	0.0072232	0.0009029	0.6472	0.73935
COR*NA	8	0.0114734	0.0014342	1.0280	0.41513
RESIDUO (B)	296	0.4129617	0.0013951		
TOTAL	404	6.5219690			

MEDIA GERAL = 0.155883

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 15.759 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 23.961 %

Tabela 37 - Análise de variância da quantidade extraída de potássio (g) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.7805478	0.3902739	64.6242	0.00001
CA	2	0.0170186	0.0085093	1.4090	0.25098
NA	2	0.0086872	0.0043436	0.7192	0.50451
K*CA	4	0.0525836	0.0131459	2.1768	0.08107
K*NA	4	0.0189610	0.0047403	0.7849	0.54139
CA*NA	4	0.0212611	0.0053153	0.8801	0.51702
RESIDUO (A)	62	0.3744260	0.0060391		
PARCELAS	80	1.2734853			
CORTE	4	6.7729120	1.6932280	425.6740	0.00001
COR*K	8	0.3467802	0.0433475	10.8975	0.00001
COR*CA	8	0.0285914	0.0035739	0.8985	0.51874
COR*NA	8	0.0327616	0.0040952	1.0295	0.41396
RESIDUO (B)	296	1.1774162	0.0039778		
TOTAL	404	9.6319466			

MEDIA GERAL = 0.191968

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 18.104 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 32.854 %

Tabela 38 - Análise de variância do teor de cálcio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	3.9317331	1.9658666	29.6868	0.00001
CA	2	11.3905076	5.6952538	86.0046	0.00001
NA	2	0.1907842	0.0953921	1.4405	0.24340
K*CA	4	0.0488165	0.0122041	0.1843	0.94363
K*NA	4	0.1253886	0.0313471	0.4734	0.75770
CA*NA	4	0.0231526	0.0057882	0.0874	0.98301
RESIDUO (A)	62	4.1056604	0.0662203		
PARCELAS	80	19.8160430			
CORTE	4	23.5458815	5.8864704	215.2109	0.00001
COR*K	8	0.6503081	0.0812885	2.9719	0.00355
COR*CA	8	1.1898575	0.1487322	5.4377	0.00002
COR*NA	8	0.2853634	0.0356704	1.3041	0.24012
RESIDUO (B)	296	8.0962213	0.0273521		
TOTAL	404	53.5836749			

MEDIA GERAL = 0.978872

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 11.757 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 16.895 %

Tabela 39 - Análise de variância do teor de cálcio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	1.1967749	0.5983874	22.5381	0.00001
CA	2	3.7084298	1.8542149	69.8386	0.00001
NA	2	0.0221582	0.0110791	0.4173	0.66632
K*CA	4	0.1226573	0.0306643	1.1550	0.33923
K*NA	4	0.0571486	0.0142871	0.5381	0.71134
CA*NA	4	0.0181026	0.0045256	0.1705	0.95038
RESIDUO (A)	62	1.6460993	0.0265500		
PARCELAS	80	6.7713706			
CORTE	4	9.9696050	2.4924013	124.6768	0.00001
COR*K	8	0.2002474	0.0250309	1.2521	0.26776
COR*CA	8	0.8027264	0.1003408	5.0193	0.00004
COR*NA	8	0.2585281	0.0323160	1.6165	0.11894
RESIDUO (B)	296	5.9173048	0.0199909		
TOTAL	404	23.9197822			

MEDIA GERAL = 0.984057

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 7.405 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 14.368 %

Tabela 40 - Análise de variância da quantidade extraída de cálcio (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0559054	0.0279527	9.0877	0.00059
CA	2	0.0734522	0.0367261	11.9400	0.00014
NA	2	0.0076246	0.0038123	1.2394	0.29630
K*CA	4	0.0127441	0.0031860	1.0358	0.39673
K*NA	4	0.0086157	0.0021539	0.7003	0.59740
CA*NA	4	0.0032275	0.0008069	0.2623	0.90028
RESIDUO (A)	62	0.1907050	0.0030759		
PARCELAS	80	0.3522744			
CORTE	4	1.6471034	0.4117759	379.4192	0.00001
COR*K	8	0.0888933	0.0111117	10.2385	0.00001
COR*CA	8	0.0376407	0.0047051	4.3354	0.00015
COR*NA	8	0.0080479	0.0010060	0.9269	0.50485
RESIDUO (B)	296	0.3212427	0.0010853		
TOTAL	404	2.4552025			

MEDIA GERAL = 0.091318

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 27.161 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 36.076 %

Tabela 41 - Análise de variância da quantidade extraída de cálcio (g) pelo capim-colonião , em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0024205	0.0012102	0.2625	0.77341
CA	2	0.0190980	0.0095490	2.0712	0.13268
NA	2	0.0061418	0.0030709	0.6661	0.52190
K*CA	4	0.0053509	0.0013377	0.2902	0.88308
K*NA	4	0.0180069	0.0045017	0.9764	0.57179
CA*NA	4	0.0062631	0.0015658	0.3396	0.85089
RESIDUO (A)	62	0.2858457	0.0046104		
PARCELAS	80	0.3431269			
CORTE	4	1.0028317	0.2507079	150.2154	0.00001
COR*K	8	0.0094799	0.0011850	0.7100	0.68446
COR*CA	8	0.0128763	0.0016095	0.9644	0.53521
COR*NA	8	0.0080062	0.0010008	0.5996	0.77939
RESIDUO (B)	296	0.4940210	0.0016690		
TOTAL	404	1.8703420			

MEDIA GERAL = 0.092514

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 32.823 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 44.159 %

Tabela 42 - Análise de variância do teor de sódio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0000544	0.0000272	0.3213	0.73106
CA	2	0.0077142	0.0038571	45.5498	0.00001
NA	2	0.0001326	0.0000663	0.7828	0.53448
K*CA	4	0.0001185	0.0000296	0.3499	0.84402
K*NA	4	0.0001510	0.0000378	0.4458	0.77733
CA*NA	4	0.0003541	0.0000885	1.0453	0.39185
RESIDUO (A)	62	0.0052501	0.0000847		
PARCELAS	80	0.0137748			
CORTE	4	0.0865835	0.0216459	340.3839	0.00001
COR*K	8	0.0001206	0.0000151	0.2370	0.98279
COR*CA	8	0.0024447	0.0003056	4.8054	0.00006
COR*NA	8	0.0007726	0.0000966	1.5186	0.14949
RESIDUO (B)	296	0.0188234	0.0000636		
TOTAL	404	0.1225196			

MEDIA GERAL = 0.035304

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 11.657 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 22.588 %

Tabela 43 - Análise de variância do teor de sódio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0021798	0.0010899	10.0534	0.00034
CA	2	0.0012675	0.0006338	5.8457	0.00502
NA	2	0.0094147	0.0047073	43.4203	0.00001
K*CA	4	0.0004270	0.0001067	0.9846	0.57622
K*NA	4	0.0009185	0.0002296	2.1181	0.08825
CA*NA	4	0.0003361	0.0000840	0.7750	0.54778
RESIDUO (A)	62	0.0067216	0.0001084		
PARCELAS	80	0.0212652			
CORTE	4	0.1608893	0.0402223	340.9396	0.00001
COR*K	8	0.0016758	0.0002095	1.7756	0.08088
COR*CA	8	0.0013965	0.0001746	1.4797	0.16336
COR*NA	8	0.0080917	0.0010115	8.5736	0.00001
RESIDUO (B)	296	0.0349206	0.0001180		
TOTAL	404	0.2282392			

MEDIA GERAL = 0.048067

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 9.688 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 22.597 %

Tabela 44 - Análise de variância da quantidade extraída de sódio (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB. >F
K	2	0.0000071	0.0000035	0.7689	0.52806
CA	2	0.0000644	0.0000322	7.0078	0.00217
NA	2	0.0000049	0.0000025	0.5387	0.59165
K*CA	4	0.0000288	0.0000072	1.5656	0.19366
K*NA	4	0.0000052	0.0000013	0.2810	0.88884
CA*NA	4	0.0000274	0.0000069	1.4919	0.21455
RESIDUO (A)	62	0.0002847	0.0000046	-	-
PARCELAS	80	0.0004224			
CORTE	4	0.0033177	0.0008294	349.3790	0.00001
COR*K	8	0.0000325	0.0000041	1.7090	0.09524
COR*CA	8	0.0000682	0.0000085	3.5885	0.00078
COR*NA	8	0.0000159	0.0000020	0.8381	0.57068
RESIDUO (B)	296	0.0007027	0.0000024		
TOTAL	404	0.0045593			

MEDIA GERAL = 0.003530

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 27.147 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 43.643 %

Tabela 45 - Análise de variância da quantidade extraída de sódio (g) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0000133	0.0000067	0.4711	0.63223
CA	2	0.0000371	0.0000185	1.3121	0.27591
NA	2	0.0001471	0.0000735	5.2062	0.00826
K*CA	4	0.0000161	0.0000040	0.2848	0.88644
K*NA	4	0.0000682	0.0000171	1.2079	0.31608
CA*NA	4	0.0000362	0.0000091	0.6408	0.63844
RESIDUO (A)	62	0.0008758	0.0000141		
PARCELAS	80	0.0011938			
CORTE	4	0.0049809	0.0012452	216.7384	0.00001
COR*K	8	0.0000285	0.0000036	0.6191	0.76319
COR*CA	8	0.0000606	0.0000076	1.3180	0.23315
COR*NA	8	0.0001333	0.0000167	2.9008	0.00427
RESIDUO (B)	296	0.0017006	0.0000057		
TOTAL	404	0.0080976			

MEDIA GERAL = 0.005074

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 33.128 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 47.243 %

Tabela 46 - Análise de variância do teor de magnésio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.9922393	0.4961197	69.0085	0.00001
CA	2	0.7368566	0.3684283	51.2471	0.00001
NA	2	0.0174363	0.0087182	1.2127	0.30419
K*CA	4	0.0296203	0.0074051	1.0300	0.39972
K*NA	4	0.0054917	0.0013729	0.1910	0.94027
CA*NA	4	0.0249276	0.0062319	0.8668	0.50914
RESIDUO (A)	62	0.4457335	0.0071892		
PARCELAS	80	2.2523053			
CORTE	4	2.4766128	0.6191532	143.1041	0.00001
COR*K	8	0.1729281	0.0216160	4.9961	0.00004
COR*CA	8	0.1733967	0.0216746	5.0096	0.00004
COR*NA	8	0.0406551	0.0050819	1.1746	0.31351
RESIDUO (B)	296	1.2806717	0.0043266		
TOTAL	404	6.3965697			

MEDIA GERAL = 0.332143

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 11.416 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 19.804 %

Tabela 47 - Análise de variância do teor de magnésio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.7280915	0.3640457	33.2498	0.00001
CA	2	0.1060719	0.0530359	4.8440	0.01107
NA	2	0.0095312	0.0047656	0.4353	0.65476
K*CA	4	0.0730620	0.0182655	1.6683	0.16772
K*NA	4	0.0505839	0.0126460	1.1550	0.33921
CA*NA	4	0.0138291	0.0034573	0.3158	0.86664
RESIDUO (A)	62	0.6788259	0.0109488		
PARCELAS	80	1.6599956			
CORTE	4	11.1944896	2.7986224	428.8351	0.00001
COR*K	8	0.1398047	0.0174756	2.6778	0.00764
COR*CA	8	0.1105928	0.0138241	2.1183	0.03367
COR*NA	8	0.0768847	0.0096106	1.4726	0.16599
RESIDUO (B)	296	1.9317268	0.0065261		
TOTAL	404	15.1134942			

MEDIA GERAL = 0.498390

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 9.389 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 16.209 %

Tabela 48 - Análise de variância da quantidade extraída de magnésio (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0122371	0.0061186	15.1977	0.00004
CA	2	0.0129752	0.0064876	16.1143	0.00003
NA	2	0.0005927	0.0002963	0.7361	0.51260
K*CA	4	0.0011727	0.0002932	0.7282	0.57855
K*NA	4	0.0007243	0.0001811	0.4497	0.77454
CA*NA	4	0.0018531	0.0004633	1.1507	0.34115
RESIDUO (A)	62	0.0249611	0.0004026		
PARCELAS	80	0.0545163			
CORTE	4	0.1949145	0.0487286	335.1998	0.00001
COR*K	8	0.0147007	0.0018376	12.6406	0.00001
COR*CA	8	0.0110550	0.0013819	9.5058	0.00001
COR*NA	8	0.0007120	0.0000890	0.6123	0.76893
RESIDUO (B)	296	0.0430301	0.0001454		
TOTAL	404	0.3189285			

MEDIA GERAL = 0.031882

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 28.146 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 37.818 %

Tabela 49 - Análise de variância da quantidade extraída de magnésio (g) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0007212	0.0003606	0.5693	0.57405
CA	2	0.0058504	0.0029252	4.6182	0.01335
NA	2	0.0014457	0.0007228	1.1412	0.32639
K*CA	4	0.0031591	0.0007898	1.2469	0.29995
K*NA	4	0.0024843	0.0006211	0.9805	0.57402
CA*NA	4	0.0018331	0.0004583	0.7235	0.58168
RESIDUO (A)	62	0.0392711	0.0006334		
PARCELAS	80	0.0547650			
CORTE	4	0.4119064	0.1029766	362.1960	0.00001
COR*K	8	0.0021689	0.0002711	0.9536	0.52653
COR*CA	8	0.0091511	0.0011439	4.0234	0.00030
COR*NA	8	0.0027094	0.0003387	1.1912	0.30324
RESIDUO (B)	296	0.0841563	0.0002843		
TOTAL	404	0.5648571			

MEDIA GERAL = 0.050348

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 22.355 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 33.490 %

Tabela 50 - Análise de variância do teor de nitrogênio (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.1846612	0.0923306	0.4967	0.61659
CA	2	0.0625783	0.0312891	0.1683	0.84634
NA	2	0.9322109	0.4661055	2.5074	0.08783
K*CA	4	0.3174559	0.0793640	0.4269	0.79070
K*NA	4	0.0352144	0.0088036	0.0474	0.99308
CA*NA	4	0.6548217	0.1637054	0.8806	0.51731
RESIDUO (A)	62	11.5255221	0.1858955		
PARCELAS	80	13.7124644			
CORTE	4	65.3350462	16.3337615	258.3618	0.00001
COR*K	8	1.4053808	0.1756726	2.7787	0.00586
COR*CA	8	0.4846119	0.0605765	0.9582	0.53023
COR*NA	8	1.2672162	0.1584020	2.5055	0.01206
RESIDUO (B)	296	18.7132650	0.0632205		
TOTAL	404	100.9179845			

MEDIA GERAL = 1.571803

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 12.267 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 15.997 %

Tabela 51 - Análise de variância do teor de nitrogênio (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB. >F
K	2	1.0618229	0.5309114	2.6663	0.07569
CA	2	0.5695132	0.2847566	1.4301	0.24589
NA	2	0.2467767	0.1233883	0.6197	0.54627
K*CA	4	0.8210306	0.2052576	1.0308	0.39931
K*NA	4	1.1202114	0.2800528	1.4064	0.24139
CA*NA	4	0.6777876	0.1694469	0.8510	0.50034
RESIDUO (A)	62	12.3455572	0.1991219		
PARCELAS	80	16.8426995			
CORTE	4	98.3055582	24.5763895	310.2621	0.00001
COR*K	8	0.9349032	0.1168629	1.4753	0.16498
COR*CA	8	0.3006721	0.0375840	0.4745	0.87424
COR*NA	8	0.5964010	0.0745501	0.9412	0.51644
RESIDUO (B)	296	23.4466664	0.0792117		
TOTAL	404	140.4269004			

MEDIA GERAL = 1.606025

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 12.426 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 17.524 %

Tabela 52 - Análise de variância da quantidade extraída de nitrogênio (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0012656	0.0006328	0.1755	0.84052
CA	2	0.0021829	0.0010915	0.3027	0.74423
NA	2	0.0032215	0.0016107	0.4467	0.64750
K*CA	4	0.0211303	0.0052826	1.4650	0.22267
K*NA	4	0.0133828	0.0033457	0.9279	0.54471
CA*NA	4	0.0129964	0.0032491	0.9011	0.52929
RESIDUO (A)	62	0.2235601	0.0036058		
PARCELAS	80	0.2777396			
CORTE	4	3.5339990	0.8834997	717.8174	0.00001
COR*K	8	0.0172138	0.0021517	1.7482	0.08654
COR*CA	8	0.0035486	0.0004436	0.3604	0.94028
COR*NA	8	0.0092784	0.0011598	0.9423	0.51738
RESIDUO (B)	296	0.3643210	0.0012308		
TOTAL	404	4.2061003			

MEDIA GERAL = 0.143755

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 18.681 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 24.405 %

Tabela 53 - Análise de variância da quantidade extraída de nitrogênio (g) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0103441	0.0051720	1.0742	0.34873
CA	2	0.0168328	0.0084164	1.7481	0.18076
NA	2	0.0045750	0.0022875	0.4751	0.62976
K*CA	4	0.0253521	0.0063380	1.3164	0.27300
K*NA	4	0.0122453	0.0030613	0.6358	0.64193
CA*NA	4	0.0086837	0.0021709	0.4509	0.77372
RESIDUO (A)	62	0.2985095	0.0048147		
PARCELAS	80	0.3765426			
CORTE	4	3.7206004	0.9301501	478.9608	0.00001
COR*K	8	0.0083096	0.0010387	0.5349	0.83080
COR*CA	8	0.0383771	0.0047971	2.4702	0.01325
COR*NA	8	0.0097503	0.0012188	0.6276	0.75604
RESIDUO (B)	296	0.5748370	0.0019420		
TOTAL	404	4.7284170			

MEDIA GERAL = 0.154485

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 20.087 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 28.526 %

Tabela 54 - Análise de variância do teor de fósforo (%) no capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0082945	0.0041473	0.6176	0.54739
CA	2	0.0191164	0.0095582	1.4234	0.24750
NA	2	0.0205633	0.0102817	1.5311	0.22289
K*CA	4	0.0329107	0.0082277	1.2252	0.30882
K*NA	4	0.0207441	0.0051860	0.7723	0.54953
CA*NA	4	0.0428131	0.0107033	1.5939	0.18616
RESIDUO (A)	62	0.4163459	0.0067153		
PARCELAS	80	0.5607880			
CORTE	4	0.7947508	0.1986877	91.0875	0.00001
COR*K	8	0.0334535	0.0041817	1.9171	0.05668
COR*CA	8	0.0112403	0.0014050	0.6441	0.74195
COR*NA	8	0.0066740	0.0008343	0.3825	0.92939
RESIDUO (B)	296	0.6456603	0.0021813		
TOTAL	404	2.0525668			

MEDIA GERAL = 0.161978

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 22.625 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 28.834 %

Tabela 55 - Análise de variância do teor de fósforo (%) no capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0126210	0.0063105	0.3537	0.70864
CA	2	0.0249968	0.0124984	0.7005	0.50463
NA	2	0.0235614	0.0117807	0.6603	0.52489
K*CA	4	0.0324274	0.0081069	0.4544	0.77127
K*NA	4	0.0423949	0.0105987	0.5940	0.67145
CA*NA	4	0.0293374	0.0073344	0.4111	0.80186
RESIDUO (A)	62	1.1062443	0.0178427		
PARCELAS	80	1.2715833			
CORTE	4	3.7452457	0.9363114	182.9545	0.00001
COR*K	8	0.1239530	0.0154941	3.0275	0.00308
COR*CA	8	0.0111912	0.0013989	0.2733	0.97350
COR*NA	8	0.0247206	0.0030901	0.6038	0.77595
RESIDUO (B)	296	1.5148480	0.0051177		
TOTAL	404	6.6915417			

MEDIA GERAL = 0.179230

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 33.330 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 39.914 %

Tabela 56 - Análise de variância da quantidade extraída de fósforo (g) pelo capim-andropogon, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.H.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0000212	0.0000106	0.3245	0.72882
CA	2	0.0004427	0.0002213	6.7737	0.00255
NA	2	0.0000012	0.0000006	0.0189	0.98209
K*CA	4	0.0003597	0.0000899	2.7518	0.03522
K*NA	4	0.0000692	0.0000173	0.5296	0.71747
CA*NA	4	0.0000582	0.0000145	0.4453	0.77773
RESIDUO (A)	62	0.0020260	0.0000327		
PARCELAS	80	0.0029782			
CORTE	4	0.0381933	0.0095483	825.5165	0.00001
COR*K	8	0.0004512	0.0000564	4.8766	0.00006
COR*CA	8	0.0004366	0.0000546	4.7188	0.00007
COR*NA	8	0.0000342	0.0000043	0.3700	0.93565
RESIDUO (B)	296	0.0034237	0.0000116		
TOTAL	404	0.0455173			

MEDIA GERAL = 0.014327

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 17.844 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 23.739 %

Tabela 57 - Análise de variância da quantidade extraída de fósforo (g) pelo capim-colonião, em três níveis de K, Ca e Na, em cinco cortes.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
K	2	0.0002057	0.0001029	1.4899	0.23198
CA	2	0.0012697	0.0006348	9.1954	0.00055
NA	2	0.0000590	0.0000295	0.4272	0.65990
K*CA	4	0.0005186	0.0001297	1.8780	0.12458
K*NA	4	0.0002590	0.0000647	0.9378	0.55035
CA*NA	4	0.0005239	0.0001310	1.8973	0.12120
RESIDUO (A)	62	0.0042804	0.0000690		
PARCELAS	80	0.0071164			
CORTE	4	0.0607344	0.0151836	406.6387	0.00001
COR*K	8	0.0005422	0.0000678	1.8152	0.07330
COR*CA	8	0.0009115	0.0001139	3.0516	0.00290
COR*NA	8	0.0001510	0.0000189	0.5056	0.85249
RESIDUO (B)	296	0.0110524	0.0000373		
TOTAL	404	0.0805080			

MEDIA GERAL = 0.015585

COEFICIENTE DE VARIACAO (A) = 23.843 %

COEFICIENTE DE VARIACAO (B) = 39.209 %