

EFEITOS DE MICRO E MACRONUTRIENTES EM CAPIM COLONIÃO
CULTIVADO NUM SOLO DE CAMPO CERRADO

NELSON JOSÉ NOVAES
Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Valdomiro Corrêa de Bittencourt

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro, 1977

Aos meus pais,

Florindo e Olga ;

À minha esposa,

Marilene ;

e

Aos meus filhos,

Rogério e Patrícia

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. Dr. Valdomiro Corrêa de Bittencourt, Professor Adjunto do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e Pesquisador do Centro de Energia Nuclear à Agricultura, pela orientação e dedicação durante as diferentes fases do desenvolvimento desta dissertação.
- À Prof.^a Dr.^a Margarida Maria Pereira Benincasa, Professor Assistente Doutor do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal e ao Eng.^o-Agr.^o Francisco Antonio Monteiro, da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia, pela valiosa colaboração prestada durante o desenvolvimento deste trabalho.
- Aos Prof.^s Dr.^s Mário Benincasa, Luiz Roberto Lopes e David Ariovaldo Banzatto, da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, pelo apoio, sugestões e facilidades concedidas.
- Aos Eng.^{os} Agr.^{os} Marcos Tasso de Miranda, Aírton Manzano, Pedro Valentim Marques, e aos demais colegas do Curso de Pós-Graduação e da UEPAE de São Carlos.
- Ao CENA, por ter permitido a utilização de seus laboratórios onde foi realizada grande parte deste trabalho.
- Ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela acolhida e facilidades concedidas.
- À EMBRAPA, devo agradecimentos por me ter permitido frequentar o Curso de Pós Graduação, além do suporte financeiro a esta pesquisa.

Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	3
3 - REVISÃO DE LITERATURA	5
4 - MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 - Características Gerais do Experimento	16
4.2 - Cultura Utilizada	17
4.3 - Delineamento Experimental	18
4.4 - Condução do Experimento	19
4.5 - Análise do Comportamento da Cultura	20
4.5.1 - Produção de matéria seca	20
4.5.2 - Área Foliar	21
4.5.2.1 - Área foliar específica	21
4.5.2.2 - Índice de área foliar	21
4.5.3 - Teores de minerais	22
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 - Ensaio Fatorial NPK x Micronutrientes	23
5.1.1 - Produção de matéria seca	23
5.1.2 - Índice de área foliar e área foliar específica	28
5.1.3 - Teores de macronutrientes	33

	Página
5.1.4 - Teores de micronutrientes	40
5.1.5 - Extração de nutrientes	44
5.2 - Ensaio tipo Subtração com Micronutrientes	49
5.2.1 - Produção de matéria seca	49
5.2.2 - Índice de área foliar e área foliar específica	53
5.2.3 - Teores de macronutrientes	56
5.2.4 - Teores de micronutrientes	60
5.2.5 - Extração de nutrientes	63
6 - CONCLUSÕES	69
7 - SUMMARY	71
8 - LITERATURA CITADA	74
9 - APÊNDICE	84

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Características químicas do solo	17
TABELA 2 - Produção de matéria seca (70°C) de capim colônia, em g/vaso, relativa aos cortes realizados 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota. (Média de cinco repetições)	24
TABELA 3 - Teores de macronutrientes da parte aérea do colônia para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Teores na matéria seca a 70°C	33
TABELA 4 - Teores de macronutrientes na matéria seca (70°C) de parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. (Média de cinco repetições)	37
TABELA 5 - Teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, da parte aérea do colônia, para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Teores na matéria seca a 70°C	40
TABELA 6 - Teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, da parte aérea do colônia, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Teores na matéria seca a 70°C. (Média de cinco repetições)	41
TABELA 7 - Quantidades (em mg/vaso) dos nutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Matéria seca a 70°C	44

TABELA 8 -	Quantidades (em mg/vaso) dos nutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Matéria seca a 70°C	45
TABELA 9 -	Quantidades, em microgramas/vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio	47
TABELA 10 -	Quantidades, em microgramas/vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota	47
TABELA 11 -	Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colônia, em gramas por vaso, relativa aos cortes realizados, respectivamente, 50 dias após o plantio e 35 dias após o primeiro corte. (Médias de cinco repetições)	50
TABELA 12 -	Teores de macronutrientes (matéria seca a 70°C) relativos a parte aérea do colônia para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições	56
TABELA 13 -	Teores de macronutrientes (matéria seca a 70°C) relativos a parte aérea do colônia, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. (Média de cinco repetições)	57

TABELA 14 - Teores de micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, relativos a parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições. (Matéria seca a 70°C)	61
TABELA 15 - Teores de micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, relativos a parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições. (Matéria seca a 70°C)	62
TABELA 16 - Quantidades, em miligramas por vaso, referentes a nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio ..	64
TABELA 17 - Quantidades, em miligramas por vaso, referentes a nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições. (Matéria seca a 70°C) ..	65
TABELA 18 - Quantidades, em microgramas por vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições	67
TABELA 19 - Quantidades, em microgramas por vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições	68

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Valores de IAF do capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota	29
FIGURA 2 - Valores de AFE , em cm^2/g , do capim colonião relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota	30
FIGURA 3 - Valores de IAF para o capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota	54
FIGURA 4 - Valores de AFE , em cm^2/g , para o capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota	55

1 - RESUMO

Utilizando-se de um solo de campo cerrado, que nunca recebeu qualquer adubação, programaram-se dois experimentos de vasos com a finalidade de se verificar a influência dos diversos micro e macronutrientes sobre o desenvolvimento do capim colonião.

Instalaram-se esses ensaios em casa de vegetação, com vasos dispostos em blocos casualizados com cinco repetições. O primeiro ensaio foi constituído por um fatorial NPK x Micronutrientes, composto pelos seguintes tratamentos: Testemunha, NPK, Micronutrientes e NPK + Micronutrientes; enquanto que o segundo ensaio, do tipo Subtração de Micronutrientes, apresentou os tratamentos: Completo, Omissão de Boro, Omissão de Manganês, Omissão de Molibdênio, omissão de Cobre, Omissão de Zinco e Testemunha.

No primeiro e segundo cortes, realizados respectivamente a 50 dias após o plantio e a 35 dias após o primeiro corte, procurou-se através da análise de alguns parâmetros, estudar o comportamento das plantas em função dos diferentes tratamentos. Assim foram determinados a produção de matéria seca, o índice de área foliar, a área foliar específica, os teores de nutrientes da parte aérea e os totais de nutrientes extraídos do solo e acumulados na parte aérea.

A análise dos resultados permite afirmar que houve efeito estatisticamente significativo ($P < 0,01$) de NPK sobre a produção de matéria seca, no primeiro e segundo cortes realizados. Já o conjunto de micronutrientes nas dosagens empregadas, teve um efeito estatisticamente depressivo ($P < 0,05$) sobre a produção quando aplicados juntamente com o NPK. Notou-se também, que a presença de manganês, e a ausência de boro mostraram tendência em prejudicar a produção de matéria seca da forrageira.

A variação de matéria seca mostrou estreita correspondência com a área foliar específica, sugerindo que os tratamentos afetaram a eficiência fotossintética das folhas.

Os teores e os totais de nutrientes extraídos foram característicos de plantas normais. A presença dos micronutrientes não interferiu nos teores dos diversos elementos analisados, destacando-se entretanto, que as plantas apresentaram altos níveis de manganês provavelmente devido às condições do solo.

2 - INTRODUÇÃO

Os campos cerrados cobrem aproximadamente 25% do território brasileiro (BRITO *et alii*, 1971) e 15% da área do Estado de São Paulo. Estes campos são constituídos por variados tipos de solos, onde em geral, são encontrados pastos com vegetação pobre em qualidade, e caracterizados por uma baixa produtividade.

Devido a sua grande extensão e localização privilegiada, estes campos vêm merecendo grande atenção por parte dos órgãos governamentais de planejamento ; prova disto foi a criação do "Polo Centro", programa destinado basicamente a incrementar a utilização mais racional destas áreas. Também o baixo custo destas terras permite e estimula o produtor a empregar maiores investimentos para a sua exploração.

Apesar de serem necessários mais estudos nessa área, sabe-se que a maioria dos solos encontrados nos campos cerrados possuem características físicas capazes de assegurar bom nível de produtividade. Entretanto, ainda persistem muitas dúvidas quanto aos problemas de fertilidade destes tipos de solos. De um modo geral, eles apresentam boa capacidade de retenção de água e graves deficiências em nutrientes ; são solos arenosos, profundos, caracterizando-se por possuir acidez elevada, baixa capacidade de troca catiônica e baixa saturação de bases. Para se obter produções razoáveis nestes solos, é necessário fazer adubações com fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. Quanto aos micronutrientes, normalmente há uma grande preocupação quanto a adição dos mesmos, principalmente quando se pensa em consorciação de gramíneas com leguminosas forrageiras.

Com base em informações sobre as deficiências dos solos de cerrados, e considerando-se que o estudo em vasos podem indicar as exigências em nutrientes das diferentes espécies de plantas, foi desenvolvido o presente trabalho. Assim objetivou-se estudar o efeito dos micronutrientes zinco , molibdênio , manganês , boro e cobre em presença de NPK sobre o comportamento do capim colônia, quanto a produção de matéria seca , índice de área foliar , área foliar específica e acumulação de nutrientes.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

A determinação dos teores de nutrientes a serem adicionados aos solos, de forma a proporcionar a máxima produção econômica de uma cultura, é tarefa difícil por inúmeras razões. Uma das principais é que, enquanto muitas técnicas de análises químicas do solo são viáveis, nenhuma parece capaz de simular todos os tipos de plantas como agentes extratores de nutrientes conforme afirma OVINGTON (1968).

Estudos relativos ao efeito da adubação sobre a produtividade de gramíneas forrageiras são numerosos, porém com aplicação restrita, pois a maioria se limita a descrever os resultados obtidos sem a preocupação em avaliar as verdadeiras causas desses resultados. Mesmo assim, são de interesse, pois mostram a variabilidade das espécies em responder às modificações impostas às composições químicas do solo.

Os estudos, de modo geral, se apresentam principalmente, sob duas formas:

- uma, em que se acompanha o crescimento da cultura até a floração, observando-se as diferenças que ocorrem quanto a composição mineral das plantas e à produção de matéria seca em várias fases do ciclo ;
- e a outra, de uso mais prático, em que tais análises são feitas a cada época de corte ou de pastoreio, observando-se, em muitos casos, o efeito na produção animal.

PEDREIRA (1965/66) , acompanhou o crescimento de colônia durante um ciclo da cultura, com amostragens semanais a partir de 26 dias após o plantio, observando que até os 40 dias o crescimento é muito rápido, diminuindo um pouco, desta fase até os 68 dias e continuando até a floração, com uma taxa tão elevada quanto no início. Observa que na terceira fase ocorre um melhor crescimento de perfilhos, o que provocou o maior aumento de matéria seca. Com base nos resultados obtidos sugere que os cortes de capim colônia devem ser feitos a uma altura mínima de 60 cm do solo.

Usando uma metodologia semelhante, mas analisando a composição química das plantas, HAAG *et alii* (1967) estudaram o comportamento de várias gramíneas forrageiras até os 84 dias após o plantio. As espécies estudadas foram: capim colônia , capim gordura , capim jaraguá , capim Napier e capim

pangola, e as amostragens foram feitas a cada 28 dias. O autor observou uma influência acentuada da idade sobre a composição química, concordando até certo ponto com KOK *et alii* (1946), os quais afirmaram que há um decréscimo em proteínas digestíveis e nutrientes com o curso do ciclo vegetativo. Isto foi comprovado por HAAG *et alii* (1967), para nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre; porém não ocorrendo com cálcio e com magnésio que por sua vez, não se encontrou uma definição. As diferentes espécies apresentaram um comportamento semelhante, variando apenas em alguns aspectos quantitativos. Ao analisar a suficiência dos teores de nitrogênio e de fósforo para o animal, observaram que com relação ao nitrogênio, até os 28 dias foi suficiente; aos 56 dias, apenas no colômbio e no gordura foi satisfatória e aos 84 dias foi insuficiente em todos.

Decréscimos nos teores de potássio, fósforo, magnésio, cobre e ferro em algumas forrageiras, incluindo o colômbio, desde 4 até 36 semanas foram observados igualmente por GOMIDE *et alii* (1969), os quais verificaram ainda que a variação no teor de cálcio, não apresentou a mesma tendência para todas as plantas estudadas. Quanto ao teor de magnésio, seus resultados foram semelhantes aos de HAAG *et alii* (1967).

A diminuição no teor da maior parte dos cátions extraídos pela planta, indicando que a marcha de absorção de íons não acompanha o crescimento total em produção de matéria seca, parece apresentar alguma correlação com o decréscimo da capacidade de troca catiônica em função da idade da planta, ob

servada por GRAHAM e BAKER (1951), os quais, apresentaram duas justificativas: A primeira, baseada na correlação positiva entre capacidade de troca catiônica e a presença de substâncias pécnicas, o que indica que nos tecidos jovens, estas substâncias constituem, em média, 50% das paredes celulares, e nos tecidos mais velhos caem para 0,1 a 1,5% ; A segunda, é baseada na relação entre as regiões terminais, altamente ativas, da raiz e as regiões relativamente inativas, que se torna menor a medida que a raiz envelhece. Além da variação da capacidade de troca catiônica com a idade da planta, flutuações diárias ocorrem também, segundo MALQUORI (1964), e isso pode ser explicado pelas flutuações diárias de temperatura e umidade do solo, afetando diretamente este processo, como demonstram os trabalhos de NIELSEN *et alii* (1961), MEDERSKI e JONES (1963), WALKER (1969 e 1970) e RAHMAN *et alii* (1974).

As respostas das gramíneas forrageiras à adição de nutrientes apresentam, na maioria dos casos, um mesmo padrão, havendo variações, principalmente na intensidade em função da espécie, da composição química do solo, da época e da região em que se fazem os estudos.

A adição de nitrogênio provoca, normalmente, um aumento na produção de matéria seca, como constataram CARD-COSTA e CHANDLER (1960), trabalhando com capins Napier, colômbia, Angola e gordura, sendo que para este último o efeito foi mais restrito, levando os autores a conclusão de que cortes baixos e frequentes prejudicam a produção de matéria seca e resposta

ao nitrogênio pelo capim gordura. Maior produção tem sido observada também por CLATWORTHY (1967) em capim de Rhodes, GO MIOE et alii (1969) e OLSEN (1974), em várias espécies de forrageiras.

Além do efeito positivo na produção, observa-se também, um aumento no teor de proteínas, em resposta à adubação nitrogenada, segundo ADAMS (1967) , OLSEN (1974) e AWAN (1965).

Por outro lado, WERNER *et alii* (1967.a) não encontraram respostas significativas de produção, em ensaio de pastoreio com colonião, pangola, Napier e bermuda em solo com baixo nível de fósforo e médio de potássio, quando foi aplicado somente nitrogênio, obtendo efeitos relevantes ao aplicar fósforo, e moderados com a aplicação de nitrogênio, num ensaio posterior.

A aplicação conjunta de nitrogênio e fósforo, proporcionou um aumento da forragem em ensaio de pastoreio com algumas gramíneas tropicais, incluindo capim colonião, como mostram QUINN *et alii* (1961) e QUINN *et alii* (1965), com teor mais elevado de outros elementos na planta, como verificou IL GIN (1961).

As respostas a nitrogênio e potássio em conjunto, e em separado, têm mostrado que a adição de adubo potássico intensifica o efeito de nitrogênio em aumentar a produção (CASTLE e HOLMES, 1960 ; McLEOD, 1965 ; KRESGE e YOUNTS, 1962), de tal forma que a adição de um induz à maior absor-

ção do outro, como observou REITH *et alii* (1961).

Confirmando as afirmações de REITH *et alii* (1961), WERNER e MATTOS (1972), estudaram entre outros, os efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio em ensaio tipo subtração, com capim gordura cultivado em casa de vegetação. Observaram que a omissão de potássio resultou em uma ligeira queda na produção de matéria seca e no teor de nitrogênio por vaso. Verificaram ainda, que o fósforo e o nitrogênio são mais importantes para a produção de matéria seca, acúmulo de nitrogênio e perfilhamento, sendo que o fósforo é necessário no início do crescimento, confirmando as afirmativas de WERNER e HAAG (1972), e complementando os estudos de AWAN (1965). Esse autor por sua vez, estudou o efeito da combinação de quatro dosagens de nitrogênio e de duas de fósforo e potássio sobre o teor de matéria seca, proteína e fósforo em capim jaraguá. Verificou que o nitrogênio, fósforo e potássio conjuntamente proporcionaram aumentos maiores na produção, do que o nitrogênio ou o fósforo mais potássio isoladamente, e que cada um desses dois tratamentos conduziram a maior aumento em proteína e fósforo, respectivamente.

A importância de fósforo na produção, foi ressaltada também por NESTEL e CREEK (1962), como sendo o nutriente mais importante para capim pangola.

Respostas ao potássio, quando aplicado em doses crescentes, sem alterar a quantidade dos outros elementos, foram estudadas por CHANDLER *et alii* (1962), com capins Napier e

colonião. Até 449 kg por ha de K_2O observaram aumentos de produção; acima desta quantidade, houve decréscimo ligeiro nos teores de nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio, principalmente. Por outro lado, esse efeito é variável entre as duas espécies.

Dos outros macronutrientes, tem-se estudado principalmente o efeito do cálcio, em função da aplicação de calcário.

Aplicando duas doses de calcário dolomítico, 0 a 4.000 kg/ha, combinadas ou não, com doses crescentes até 400 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato triplo, em capim jaraguá, em um latossol, FERREIRA *et alii* (1975), obtiveram um aumento de cerca de 13% na produção em resposta ao calcário e cerca de 100% quando o nível de P_2O_5 atingiu os 300 kg/ha. Acima deste, a produção caiu. Em todos os tratamentos a gramínea recebeu uma adubação básica com nitrogênio, potássio, zinco, boro e molibdênio.

Analisando o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a disponibilidade de micronutrientes no solo, MALAVOLTA *et alii* (1974) verificaram que o ferro, o manganês, o boro e o zinco, tem sua disponibilidade diminuída pela calagem e o último também por uma adubação pesada de fosfato.

Os estudos referentes à aplicação conjunta de macro e micronutrientes a pastagens, visam principalmente o aproveitamento de áreas de solo esgotado pelo uso intensivo e as áreas de solos de cerrado cujo principal problema é a bai-

xa disponibilidade de elementos minerais.

Assim, considerando que os campos de cerrados, ocupando uma importante superfície do território nacional, apresentam muitas vezes boas propriedades físicas e apreciável disponibilidade de água, McCLUNG *et alii* (1958) investigaram alguns problemas de fertilidade nesses solos em São Paulo e Goiás, sobre a produção de forragem. Usaram leguminosas (soja e alfafa) e gramíneas (capins jaraguã e pangola) cultivados em vasos e em casa de vegetação. A análise dos resultados indicou que o fósforo é o elemento mais importante, seguido pelo nitrogênio e, em menor escala pelo potássio. A omissão simultânea de enxofre e micronutrientes (Cu , Zn , Fe, B e Mo) também prejudicou a produção de matéria seca, embora as respostas variem com as espécies utilizadas. Assim McCLUNG *et alii* (1958) não puderam concluir a respeito da importância real de cada um dos elementos sobre a produção, mas pela análise das plantas na colheita, cinco meses após o plantio, relataram que o ferro, o manganês, o zinco e o cobre, não são limitantes, mas sugeriram que estudos mais detalhados devem ser realizados.

Usando solo de um pasto de colônia considerado esgotado, por não ter recebido qualquer adubação ou calagem, WERNER *et alii* (1967.a), através de ensaios de vaso com capim colônia, verificaram também que o fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento, seguido do nitrogênio e do enxofre. Quanto aos micronutrientes, o teste foi feito como

no ensaio anterior, só que a omissão não incluiu o enxofre, e a conclusão foi a mesma para as plantas colhidas 35 dias após o plantio. A adição de cálcio e de magnésio teve um efeito ligeiramente depressivo, e o potássio não afetou a produção.

A adição de NPK associado ou não a micronutrientes, foi estudada por BRITO *et alii* (1971) em solo de cerrado de Brasília, num ensaio de campo com milho, algodão e soja. NPK foi associado a cobre, zinco, molibdênio, manganês e boro, em tratamentos com omissão de cada um dos micronutrientes. Constataram que a maior produção foi alcançada pela associação dos macronutrientes com zinco, e que a substituição do zinco pelo cobre diminuiu, estatisticamente, a produção de milho. FREITAS *et alii* (1972) trabalhando em milho e WERNER e MATTOS (1972) com capim gordura, concordaram com BRITO *et alii* (1971) e relatam que os macronutrientes mais importantes em ordem decrescente são o fósforo, nitrogênio e potássio, concordando com McCLUNG *et alii* (1958).

Os problemas de interação de nutrientes tem despertado o interesse dos pesquisadores principalmente no que se refere aos efeitos detrimenais que um pode provocar sobre o outro, quanto a sua viabilidade para a planta. De todos, parece que o fósforo e o zinco tem sido bastante estudados, com o objetivo de se determinar o efeito da adubação fóstatada em causar deficiência de zinco nas plantas, como mostram os trabalhos de LANGIN *et alii* (1962). Esses autores verificaram efeitos maiores em solos calcários, nos quais o teor de

zincos é geralmente baixo. VILLASHICA *et alii* (1974), notaram decréscimo do efeito de fósforo sobre o zinco em cortes sucessivos de capim pangola. BINGHAN (1963), com base no mecanismo de deficiência de cobre e de zinco induzida por fósforo, concluiu através dos seus experimentos, que a planta não é exclusivamente envolvida, isto é, reações ocorrendo fora da região radicular fisiologicamente ativa contribuem para a deficiência. De fato, PAULI *et alii* (1968), verificaram que o excesso de CaCO_3 influencia as concentrações de fósforo e zinco dentro da planta, afetando as solubilidades dos compostos de zinco e fósforo, na solução. Realmente, a calagem tem demonstrado também induzir deficiência de zinco e de cobre, de acordo com PRICE e MOSCHLER (1965) ; VILLASHICA *et alii* (1974) e FLEMING (1965).

Solos de cerrado, caracterizam-se por apresentarem deficiências de fósforo e pH baixo, duas condições apropriadas para a disponibilidade de zinco do solo, porém não tão apropriadas para um crescimento mais efetivo das culturas de interesse econômico. Sendo assim, a adição de fosfato e de calcário para corrigir o solo, resultaria em deficiência de zinco para as plantas, prejudicando também o crescimento das mesmas.

Segundo LINDSAY (1972), a verdadeira causa da influência de fósforo sobre a disponibilidade no solo, absorção e translocação de zinco na planta é desconhecida.

A influência que os diferentes nutrientes podem exercer sobre a planta se traduz pelos efeitos diretos na qua -

lidade da matéria seca produzida e indiretamente na quantidade. Esta por sua vez é, principalmente, uma função da melhor eficiência das folhas em captar a energia luminosa no processo fotossintético e, segundo BLACKMAN (1968), o índice de área foliar é um parâmetro indicador desta eficiência. Isto foi confirmado em estudos de crescimento de pastagens realizados por BROWN e BLASER (1968) e COOPER (1970).

O intervalo de tempo usado para cortes na produção de forragens, deveria estar condicionado, segundo ANSLOW (1966), à taxa de emissão de folhas e sua duração. Este autor apresenta uma interessante revisão sobre o assunto, concluindo que luz e temperatura são os principais fatores afetando este componente de crescimento. Quanto à nutrientes, as gramíneas forrageiras de um modo geral só se mostram afetadas em uma taxa de emissão de folhas, se a disponibilidade de luz for adequada. Quanto à produção, um estudo desenvolvido com trigo (SYME, 1972) indicou que a taxa de produção de folhas estava associada diretamente à produção.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Características Gerais do Experimento

O presente trabalho foi realizado em vasos, em casa de vegetação, na Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal (UNESP), em Jaboticabal, Estado de São Paulo. Utilizou-se solo coletado em região de campo cerrado pertencente a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos, Estado de São Paulo, onde são encontradas pastagens de capim pangola (*Digitaria decumbens*, Stent) invadidas por grama batatais (*Paspalum notatum* Flugg) e que nunca recebeu qualquer adubação.

Este solo foi classificado como Latossol Vermelho Amarelo, fase arenosa, e a análise química do mesmo, realiza-

da na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e Instituto Agronômico de Campinas, revelou as características químicas que são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Características químicas do solo

Índice de Acidez	Carbôno %	Elementos analisados no solo LVA - Fase arenosa (emg/100 g)						C.T.C.
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	PO ₄ ⁻³	K ⁺	H ⁺	Al ⁺³	
pH	%							
4,9	1,92	0,25	0,20	0,02	0,10	2,64	0,31	3,50

4.2 - Cultura Utilizada

Foi utilizado o capim colonião, planta monocotiledônea, pertencente a família Gramíneas, gênero *Panicum*, classificado a nível de espécie como *Panicum maximum* Jacq. Trata-se de uma gramínea perene, que produz grande quantidade de matéria seca na estação chuvosa, exigindo solos de fertilidade adequada. Atinge alturas de 0,90 a 3,00 metros, suas folhas são verdes claras com 60 centímetros de comprimento por 4 a 20 milímetros de largura, e a sua inflorescência é uma panícula (MOTTA, 1953).

4.3 - Delineamento Experimental

Foram realizados dois ensaios, em blocos casualizados, com cinco repetições. No primeiro, utilizou-se o fatorial NPK x micronutrientes, com os seguintes tratamentos:

- 1 - Testemunha
- 2 - NPK
- 3 - Micronutrientes (Mn , Zn , Cu , Mo e B)
- 4 - NPK + micronutrientes (completo)

O segundo ensaio foi do tipo subtração de micronutrientes contando com os tratamentos:

- 1 - Completo
- 2 - Omissão de manganês
- 3 - Omissão de molibdênio
- 4 - Omissão de cobre
- 5 - Omissão de zinco
- 6 - Omissão de boro
- 7 - Testemunha.

O tratamento Completo foi comum aos dois ensaios, e o tratamento Testemunha , do ensaio tipo subtração de micronutrientes corresponde ao tratamento NPK do primeiro ensaio.

Todos os vasos dos dois ensaios receberam o equivalente a 1.000 kg de calcário dolomítico e 100 kg de sulfato de cálcio por hectare, trinta dias antes do plantio.

Os tratamentos com NPK , receberam difosfato de amônio (18% de nitrogênio e 45% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O) em dosagens de 450 kg/ha e 100 kg/ha, respectivaamente no momento do plantio.

Os micronutrientes, manganês, molibdênio, cobre, zinco e boro foram usados nas seguintes formulações e dosagens:

Sulfato de manganês ($MnSO_4 \cdot H_2O$) - 16 kg do sal/ha

Molibdato de amônio ($(NH_4)_6 Mo_7 O_{24} \cdot 4 H_2O$) - 1 kg do sal/ha

Sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5 H_2O$) - 20 kg do sal/ha

Sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$) - 20 kg do sal/ha

Ácido bórico (H_3BO_3) - 9 kg do ácido/ha.

4.4 - Condução do Experimento

A terra depois de seca ao ar e peneirada, foi colocada em vasos de cerâmica (8 kg cada vaso), pintados internamente com verniz. Todos os nutrientes foram aplicados como solução, excetuando-se o cálcio e o magnésio (calcário) que foram adicionados na forma de pó.

A semeadura do colônio foi feita em caixas de areia, em 20 de agosto de 1975, e dez dias após a germinação (09/09/1975) transplantaram-se quatro plântulas semelhantes para cada vaso, os quais eram irrigados diariamente. Em 23 de setembro de 1975, quatorze dias após o plantio, foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por vaso.

4.5 - Análise do Comportamento da Cultura

As plantas sofreram dois cortes, a cinco centímetros do solo, nos dias, 28/10/75 (50 dias após o plantio) e 2/12/75 (85 dias).

No período compreendido entre o plantio e o segundo corte, procurou-se analisar o comportamento da planta, como função dos diferentes tratamentos, determinando-se diferenças através da produção de matéria seca, índice de área foliar (IAF) , área foliar específica (AFE) . Determinou-se também através da análise química, os teores em nutrientes da parte aérea e os totais de nutrientes extraídos do solo e acumulados na parte aérea.

4.5.1 - Produção de matéria seca

Após cada corte a 5 cm do solo, o material colhido era levado ao laboratório, lavado com água corrente, destilada e desmineralizada. Depois de retirado o excesso de água, enxugando-se as folhas com papel de filtro, as mesmas eram levadas à estufa com aeração forçada, a 70°C , onde permaneceriam até adquirir peso constante. A seguir efetuou-se a pesagem do material.

4.5.2 - Área foliar

Para a estimativa da área foliar, em cada corte eram separadas ao acaso dez folhas por vaso, determinando-se o produto do maior comprimento pela maior largura de cada lâmina. A área total da lâmina foliar por parcela, em cada corte, foi obtida pela relação entre a área e peso das folhas medidas, pelo peso total das folhas.

4.5.2.1 - Área foliar específica

A área foliar específica (AFE) foi determinada através da razão entre área foliar total e o peso de matéria seca total das folhas.

4.5.2.2 - Índice de área foliar

O índice de área foliar foi determinado a partir da razão entre a área foliar total e a área da superfície do solo do vaso.

4.5.3 - Determinação dos teores de minerais

Após a avaliação da matéria seca, cada amostra foi moída em moinho Wiley, e o material obtido foi armazenado em frascos de vidro de boca larga, com tampa de plástico, até o momento da análise.

Os métodos analíticos empregados foram os seguintes:

- a) Nitrogênio - Método Micro-Kjeldahl modificado, descrito por MALAVOLTA (1957).
- b) Fósforo - Método do Vanado-Molibdato de amônio em extrato obtido por digestão nítrico-perclórica, descrito por LOTT *et alii* (1956).
- c) Potássio - Através de fotometria de chama de absorção, descrito por SARRUGE e HAAG (1974).
- d) Cálcio e Magnésio - Método complexométrico do EDTA, descrito por GLORIA *et alii* (1965).
- e) Manganês, Zinco e Cobre - Foram determinados seguindo-se a técnica de espectrofotometria de absorção atômica (PERKIM-ELMER, 1966).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos com produção de matéria seca, índice de área foliar, área foliar específica, teores e extração de nutrientes, correspondentes aos dois ensaios realizados, são apresentados a seguir.

5.1 - Ensaio Fatorial NPK + Micronutrientes

5.1.1 - Produção de matéria seca

Na Tabela 2 , estão representadas as produções de matéria seca da parte aérea do capim colonião, obtidas nos quatro tratamentos empregados. Estas produções correspondem ao primeiro e segundo cortes realizados, respectivamente, 50 dias após o plantio, e 35 dias após o primeiro corte.

TABELA 2 - Produção de matéria seca (70°C) de capim colônião, em gramas por vaso, relativa aos cortes realizados 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota (Média de cinco repetições)

Tratamentos	Produção de Matéria Seca	
	1º Corte g/vaso	2º Corte g/vaso
Testemunha	0,22	4,24
NPK	5,56	11,30
Micronutrientes	0,24	4,88
NPK + Micronutrientes	4,48	10,30
C.V. (%)	21,21	13,99

Pelos dados da Tabela 2, verifica-se que os tratamentos que não receberam NPK, tiveram uma pequena produção de matéria seca no primeiro corte. Os dados obtidos nesse corte refletem a influência da adubação na formação do capim e confirmam a importância do NPK na nutrição do colônião, especificamente neste tipo de solo.

O grande efeito de NPK, nesta fase, é atribuído principalmente ao fósforo, que é o nutriente que desempenha importante papel no crescimento inicial e formação da planta. A adubação fosfatada tem sua maior importância no estabelecimento e perfilhamento, devido a pequena reserva em fósforo que a semente possui, em vista de seu tamanho diminuto. O nitrogênio por sua vez, limita o crescimento após a fase inicial

do estabelecimento (WERNER e MATTOS, 1972). Estes autores, trabalhando com capim gordura verificaram, em ensaio de vasos, em casa de vegetação, com solo do tipo latossol vermelho-escuro-orto, que as maiores limitações para um bom estabelecimento e desenvolvimento da gramínea, foram as deficiências de fósforo e nitrogênio.

As produções dos tratamentos que não receberam NPK, ou sejam, Testemunha e Micronutrientes, foram inferiores nos outros cortes, evidenciando acentuada resposta deste solo à adubação NPK. Estes resultados vieram confirmar os trabalhos realizados por QUINN *et alii* (1961); WERNER *et alii* (1967.a) e WERNER *et alii* (1967.b).

O efeito de NPK, no primeiro corte, foi altamente significativo ($P < 0,01$) - (Ver Tabela I, em apêndice). Os tratamentos Testemunha e Micronutrientes, não diferiram entre si, quanto a produção de matéria seca, enquanto o tratamento NPK + micronutrientes teve a produção reduzida, em relação ao NPK. Constatou-se pela análise estatística, que os micronutrientes nas dosagens empregadas, tiveram efeito negativo ($P < 0,05$) sobre a produção, quando aplicados juntamente com NPK, e comparado com o tratamento NPK, sem micronutrientes.

Este fato, foi verificado também por WERNER e MATTOS (1972), que trabalhando com capim gordura, em ensaio de vasos, em casa de vegetação, obtiveram tendência de diminuição de produção de matéria seca, com a aplicação de micronutrientes junto a adubação NPK, atribuindo este efeito a possíveis

problemas de toxidez ocasionada por algum ou alguns dos micronutrientes aplicados. O mesmo não ocorreu com McCLUNG *et alii* (1958), que trabalhando com capim jaraguá em solo de cerrado, não obtiveram diferenças de produção entre os tratamentos Completo e Menos micronutrientes.

É possível que, para o colômbio, neste tipo de solo, as dosagens aplicadas de micronutrientes tenham sido excessivas, em relação a adubação NPK, ocasionando algum desequilíbrio para as plantas.

Aumentos significativos e compensadores de produção em pastagens exclusivas de gramíneas devido a adubação com micronutrientes, só serão obtidas depois que se suprirem tais pastagens com adequadas quantidades de macronutrientes (principalmente fósforo na formação e nitrogênio depois do pasto já formado) para elevar sua produtividade (WERNER, 1975).

No segundo corte, realizado aos 35 dias de rebrota, os tratamentos NPK e NPK + micronutrientes, produziram aproximadamente o dobro, em relação ao primeiro corte. A produção no tratamento Micronutrientes foi muito próxima da produção do tratamento Testemunha, revelando que não teria sido o efeito dos micronutrientes, que proporcionou a maior produção deste corte, pois o mesmo fato ocorreu com o tratamento Testemunha, no qual houve aumento proporcional do primeiro para o segundo corte.

O aumento de produção para todos os tratamentos neste corte, provavelmente ocorreu como consequência de um

maior desenvolvimento radicular das plantas, possibilitando maior exploração do solo do vaso.

A produção do tratamento Micronutrientes, apesar de próxima, foi ligeiramente maior que a do tratamento Testemunha, evidenciando que em ausência de NPK, os micronutrientes tiveram tendência a aumentar a produção, como ocorreu no primeiro corte, fazendo-se supor que a menor produção do tratamento NPK + micronutrientes em relação ao tratamento NPK provavelmente ocorreu por falta de um balanceamento mais apropriado entre os nutrientes aplicados.

O emprego de NPK resultou em aumento na produção de matéria seca no segundo corte ($P < 0,01$). Certamente esse aumento ocorreu por um efeito do nitrogênio, pois no capim colônia já formado, o grande efeito na produção de matéria seca, é proporcionado pelo nitrogênio, conforme constatação realizada em Nova Odessa, (MONTEIRO, F. A., comunicação verbal). A aplicação do fósforo e do potássio teriam sido importantes para não limitarem uma resposta do nitrogênio, na produção de matéria seca, nesta fase do crescimento.

Como no primeiro corte, a produção foi relativamente baixa, pequena parte do nitrogênio aplicado teria sido extraída, propiciando que o mesmo macronutriente permanecesse no solo, disponível a planta.

Não houve deste corte efeito significativo de micronutrientes, e a interação adubo x micronutrientes, também não apresentou efeito significativo (Tabela II, em apêndice)

apesar de uma tendência para menor produção do tratamento NPK + micronutrientes em relação ao tratamento NPK , já citada anteriormente.

O fato de se ter constatado uma grande resposta atribuída ao nitrogênio no segundo corte, vem confirmar as citações de WERNER e MATTOS (1972) e WERNER (1975), de que o nitrogênio é muito importante depois do capim já estabelecido.

Deve-se ressaltar também a importância do potássio na produção de matéria seca, nesta fase do desenvolvimento. Neste sentido, CHANDLER *et alii* (1962) trabalhando com vários capins, constataram aumento progressivo de produção de matéria seca, com doses crescentes de potássio.

5.1.2 - Índice de área foliar (IAF) e Área foliar específica (IFE)

Nas Figuras 1 e 2 , estão representados os valores de IAF e AFE do capim colonião, obtidos nos quatro tratamentos empregados. Estes valores correspondem ao primeiro e segundo cortes realizados respectivamente 50 dias após o plantio e 35 dias após o primeiro corte.

A importância do Índice de área foliar (IAF) pode ser avaliada quando é comparada com a área foliar específica (AFE). Valores mais baixos deste componente de crescimento, podem ser relacionados a folhas mais espessas, com maior produção de matéria seca resultante naturalmente da fotossíntese.

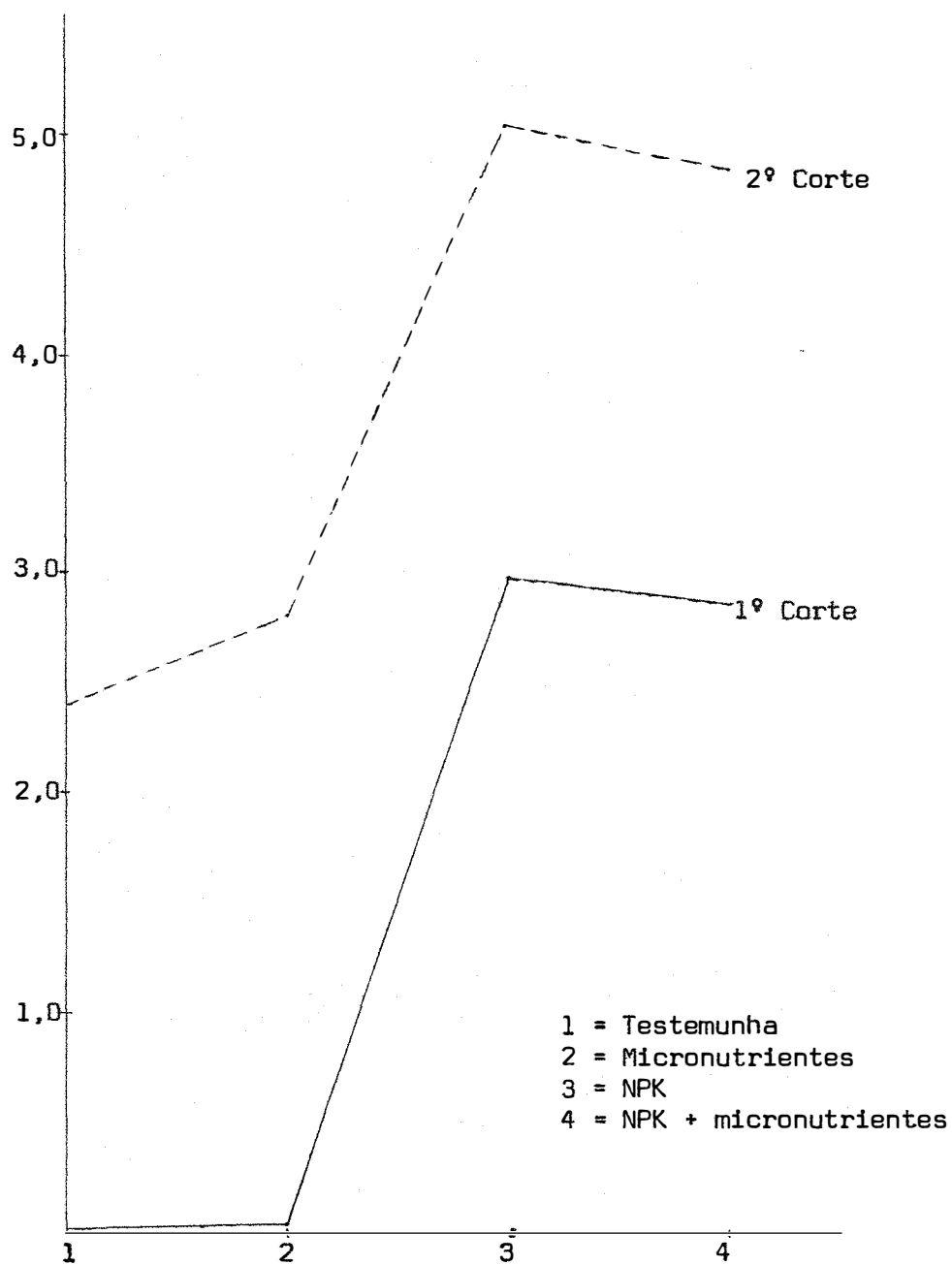


Fig..1 - Valores de IAF do capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota

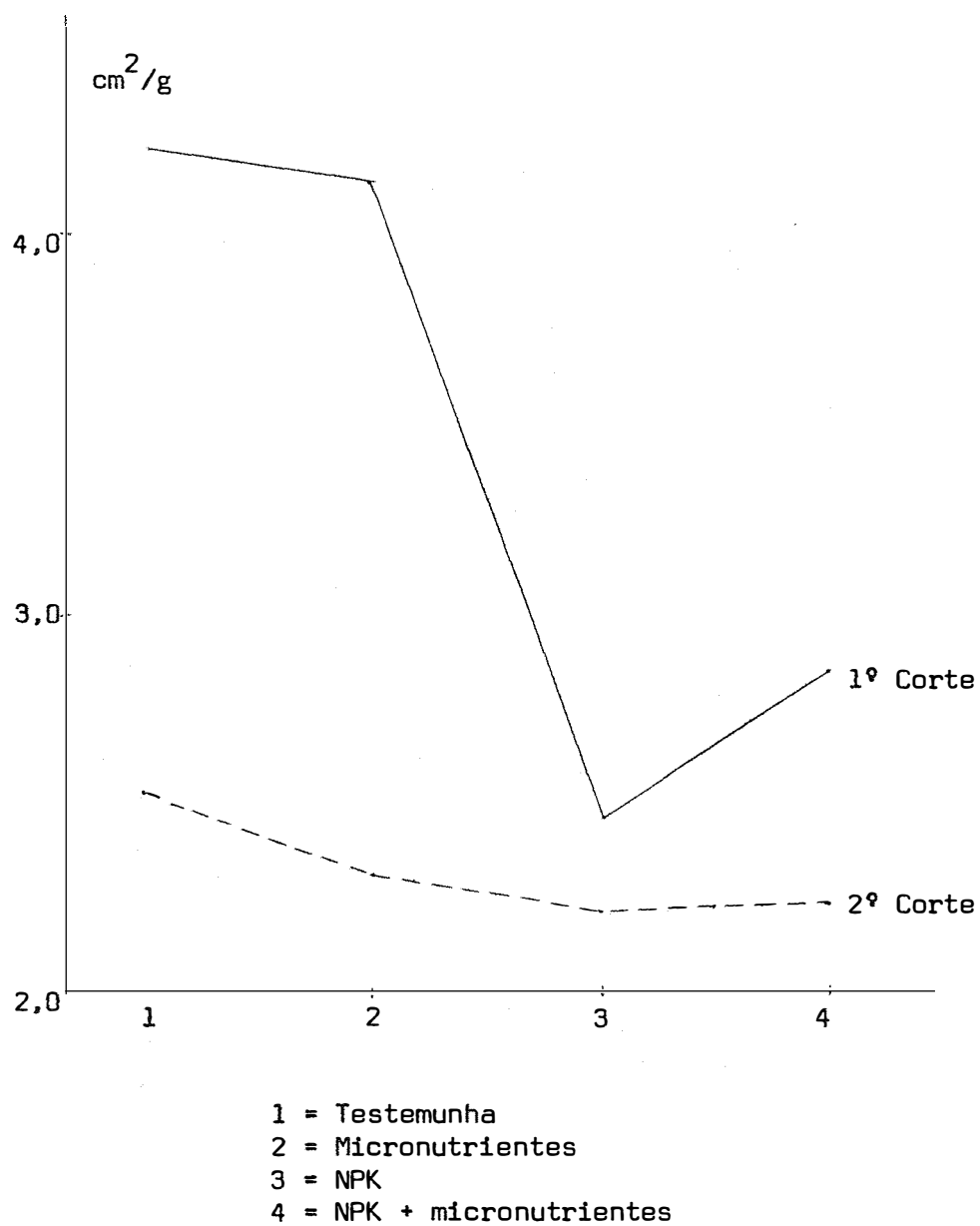


Fig. 2 - Valores de AFE em cm^2/g do capim colônião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota

O IAF representa uma medida da área foliar útil, que no caso poderia ser substituído pelo valor exato da área foliar total, uma vez que foi calculado em função da superfície livre do solo dos vasos que continha as plantas, a qual foi constante. A AFE significa, sob o ponto de vista fisiológico, a eficiência das folhas em desenvolver o processo fotossintético. Valores semelhantes de AFE podem diferir quanto à produção de matéria seca por apresentarem diferenças de IAF.

Ao se comparar os valores de IAF, AFE e matéria seca, entre os tratamentos do primeiro ensaio, no primeiro corte, verifica-se que a AFE foi o parâmetro que realmente condicionou as diferenças de matéria seca observadas entre os tratamentos, principalmente entre NPK + micronutrientes e NPK, embora se observe uma estreita equivalência entre o IAF e matéria seca, conforme se pode observar pela Figura 1 e Tabela 2.

No segundo corte, verifica-se que os valores de AFE entre os dois últimos tratamentos foram muito semelhantes, embora se mantivessem as diferenças de IAF entre eles. Neste caso conservou-se a superioridade do tratamento NPK em produzir matéria seca, embora não se detectasse diferenças entre elas através da análise estatística. Esses resultados permitem admitir-se que a AFE seja realmente o parâmetro fisiológico mais importante e que esteja mais diretamente correlacionada

do à produção do capim colônia. Isto pode ser melhor entendido se for feita uma comparação entre os parâmetros fisiológicos IAF , AFE e Matéria seca produzida pelos tratamentos NPK e NPK + micronutrientes. Observa-se que as diferenças relativas de IAF entre os dois tratamentos no primeiro e segundo cortes foram muito semelhantes. Quanto a AFE , a diferença foi menor no segundo corte, coincidindo com menor diferença de matéria seca entre estes dois tratamentos também no segundo corte.

5.1.3 - Teores de macronutrientes

Na Tabela 3 , constam os teores dos elementos, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio que foram analisados da parte aérea do colônio colhido 50 dias após o plantio (primeiro corte).

TABELA 3 - Teores de macronutrientes da parte aérea do colônio para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Teores na matéria seca a 70°C

Tratamentos	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Testemunha	2,20	0,14	2,12	0,50	0,35
NPK	1,84	0,12	2,07	0,52	0,37
Micronutrientes	2,25	0,14	1,97	0,50	0,35
NPK + Micronutrientes	1,95	0,13	2,07	0,60	0,40

Os teores referentes aos tratamentos Testemunha e Micronutrientes , são provenientes de uma única determinação. Esta determinação foi obtida através da reunião das cinco repetições, em virtude da pequena produção alcançada por aqueles tratamentos. Por este motivo, os dados referentes a Tabela 3 , não foram analisados estatisticamente.

Os níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio encontrados para o colônio, são característicos de plantas normais, comparados com os dados apresentados por HAAG *et alii* (1967). Esta gramínea, quando em estado de deficiência apresenta níveis bem abaixo dos valores encontrados. Estes mesmos autores citam, para o colônio, níveis médios de 1,71% de nitrogênio, 0,20% de fósforo, 3,33% de potássio, 0,29% de cálcio e 0,24% de magnésio em plantas com 56 dias. Aos 84 dias, os valores foram: 1,09% de nitrogênio, 0,24% de fósforo, 2,98% de potássio, 0,41% de cálcio, e 0,22% de magnésio. Teores semelhantes foram encontrados também por ANDREASI *et alii* (1967.a.b) e FRENCH e CHAPARRO (1960).

Como podemos observar pelos dados da Tabela 3, os tratamentos Testemunha e Micronutrientes, embora não recebessem adubação nitrogenada, apresentaram teores mais elevados em nitrogênio que os tratamentos com NPK. Isto pode ser explicado, pelo reduzido crescimento daqueles tratamentos, causados principalmente por deficiência de fósforo. As plantas necessitaram de pouco nitrogênio. Fato semelhante foi constatado por WERNER e MATTOS (1972), que trabalhando com capim gordura, notaram que a testemunha (sem adubação) apresentou teor mais elevado em nitrogênio, comparado com os tratamentos em que não se omitiu o elemento.

O tratamento NPK + Micronutrientes apresentou teor de nitrogênio superior ao tratamento NPK, sendo os teores neste elemento semelhantes aos obtidos por WERNER (1971) e

GALLO *et alii* (1974), que também trabalharam com o colômbio.

Para os teores de fósforo e potássio, não ocorreram diferenças acentuadas entre os tratamentos, sendo estes teores semelhantes aos obtidos com o mesmo capim por GALLO *et alii* (1974) que analisando 41 amostras coletadas em várias regiões de pastagens do Estado de São Paulo, encontraram valores que variavam de 0,099 a 0,400% de fósforo na matéria seca. Enquanto isto, PEDREIRA e SILVEIRA (1972), retirando amostras de um "stand" de colômbio, encontraram teores acima de 0,20% até os 50 dias de crescimento e acima de 0,15% até os 75 dias. Quanto ao potássio, CHANDLER *et alii* (1962) realizando ensaios de parcelas, em Porto Rico, encontraram valores que variavam de 1,5 a 2,0% de potássio na matéria seca para os capins colômbio, Napier e pangola.

Os teores de cálcio, como podemos observar pela Tabela 3, estão elevados. Isto pode ser explicado pelo estágio avançado em que foram colhidas as plantas. HAAG *et alii* (1967), em ensaio de absorção de macronutrientes pelos capins colômbio, gordura, Napier, jaraguá e pangola, verificaram que os teores de cálcio aumentavam com a maturidade das plantas. O tratamento NPK + micronutrientes apresentou maior nível de cálcio. A explicação para este fato seria algum desequilíbrio na proporção entre NPK e micronutrientes, facilitando a absorção e acúmulo de cálcio. Os teores são semelhantes aos obtidos por WERNER (1971) e FRENCH e CHAPARRO (1960).

Os teores de magnésio, estiveram próximos aos limites superiores encontrados por GALLD *et alii* (1974), que analisaram 41 amostras de colônia, colhidas em diversas regiões do Estado de São Paulo, e bem superiores aos encontrados por HAAG *et alii* (1967).

Pela Tabela 3, podemos verificar também que o tratamento NPK + micronutrientes apresentou teor mais elevado em magnésio e que os tratamentos que não receberam NPK, apresentaram teores ligeiramente inferiores.

Na Tabela 4, constam os teores dos elementos, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, que foram analisados da parte aérea das plantas colhidas com 35 dias de rebrota (segundo corte).

As plantas mostraram, de acordo com os tratamentos um decréscimo nos teores de nitrogênio no segundo corte, devido a maior produção de matéria seca.

Pelos dados da Tabela 4, observamos que os tratamentos Testemunha e Micronutrientes continuaram apresentando maiores teores em nitrogênio, com relação aos tratamentos que receberam NPK. Isto é atribuído ao efeito de concentração, sendo que nos tratamentos em que não houve limitação de crescimento, o nitrogênio absorvido pelas raízes era distribuído pela planta, ao passo que naqueles com menor crescimento vegetativo, o elemento absorvido ficou concentrado. Este fato foi observado também por WERNER *et alii* (1967.a) trabalhando com o mesmo capim utilizando solo considerado esgotado.

TABELA 4 - Teores de macronutrientes na matéria seca (70°C) da parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições.

Tratamentos	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Testemunha	1,15	0,13	1,43	0,47	0,36
NPK	0,95	0,16	1,11	0,44	0,45
Micronutrientes	1,13	0,15	1,35	0,46	0,41
NPK + micronutrientes	1,00	0,15	1,00	0,48	0,47
C.V. (%)	9,65	10,92	10,51	11,75	15,53

Observa-se pela Tabela III, em apêndice, que houve efeito significativo e negativo de macronutrientes ($P < 0,01$), atribuído ao efeito de diluição, já que esses nutrientes proporcionaram significativos acréscimos na produção de matéria seca nesse corte. Assim OAKES (1966), em trabalho realizado com colonião nas Ilhas Virgens, constatou que a adubação nitrogenada foi utilizada grandemente para o aumento da produção de matéria seca, já que o conteúdo em nitrogênio na mesma, praticamente não aumentou com a adubação nitrogenada. Também LITTLE *et alii* (1959), em Porto Rico, estudaram em ensaios de parcelas, efeitos de doses crescentes de nitrogênio nos capim Napier, colonião e pangola. Além dos au-

mentos de matéria seca, o conteúdo de proteína dos três capins, aumentou com a elevação da fertilização nitrogenada.

Não houve, neste segundo corte, efeito significativo da interação Adubo x micronutrientes, apesar do tratamento NPK + micronutrientes apresentar um teor ligeiramente maior em nitrogênio que o tratamento NPK, como podemos observar pelas Tabelas 4 e III do apêndice.

O teor em fósforo sofreu um leve aumento com os tratamentos, à exceção do tratamento Testemunha, que não recebeu adubação fosfatada e apresentou um ligeiro decréscimo. Comparando-se os tratamentos podemos constatar efeito significativo ($P < 0,05$) para NPK, quanto ao teor desse elemento (Ver Tabela IV em apêndice). Isto teria ocorrido por efeito da adubação fosfatada, que teria possibilitado um melhor desenvolvimento inicial das plantas, resultando em uma melhor exploração do solo pelo sistema radicular.

O aumento no teor de fósforo neste segundo corte, pode ser explicado também, pelo maior aproveitamento do fósforo aplicado ao solo, juntamente com o nitrogênio e potássio, nesta fase de desenvolvimento. Neste sentido WERNER e HAAG (1972) determinaram os efeitos de níveis de fósforo em solução nutritiva com a produção e teor em fósforo nos capins coloniã, gordura, jaraguã e Napier. Para o coloniã, a produção de matéria seca, tanto da parte aérea, como das raízes, foi crescente com o aumento da concentração de fósforo na solução.

Para atender o crescimento rápido e ativo deste ca
pim, é necessário que sejam fornecidas quantidades adequadas
do elemento. Neste sentido, trabalhos realizados por QUINN *et*
alii (1961) ; WERNER *et alii* (1967.a) e WERNER *et alii*
(1967.b) mostram que em solos pobres em fósforo, o crescimen-
to das forrageiras é retardado e limitado.

Com relação ao potássio, houve um decréscimo em
seu teor neste segundo corte, devido provavelmente, ao maior
desenvolvimento das plantas, propiciando uma diluição do ele-
mento no interior destas.

Comparando-se os tratamentos Micronutrientes com
Testemunha e NPK + micronutrientes com NPK verifica-se que
os macronutrientes interferiram no nível de potássio das plan-
tas, sendo este efeito significativo ($P < 0,01$), e é atribuí-
do ao efeito de diluição, pois a produção de matéria seca foi
mais elevada em presença de NPK (Ver Tabela V, em apêndice).

Houve um decréscimo no teor de cálcio no segundo
corte. Os tratamentos apresentaram valores semelhantes, não
havendo diferenças estatisticamente comprovadas quanto ao teor
deste elemento na gramínea, conforme podemos constatar pela Ta-
bela VI , em apêndice.

Quanto ao magnésio, houve aumento nos teores no se-
gundo corte, e os tratamentos que receberam micronutrientes,

apresentaram valores mais elevados. O efeito dos macronutrientes "NPK", foi significativo ($P < 0,05$) sobre o teor de magnésio na planta (Ver Tabela VII , em apêndice).

5.1.4 - Teores de micronutrientes

Nas Tabelas 5 e 6 , constam os teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, que foram analisados da parte aérea do colônio com 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota, respectivamente.

TABELA 5 - Teores dos micronutrientes manganês , zinco e cobre, expressos em ppm, da parte aérea do colônio para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Teores na matéria seca a 70°C

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)		
	Mn	Zn	Cu
Testemunha	398	31	5,7
NPK	598	33	6,0
Micronutrientes	405	35	6,9
NPK + micronutrientes	635	35	5,8

Os teores referentes aos tratamentos Testemunha e Micronutrientes, são provenientes de uma única determina-

ção, que foi obtida através da reunião das cinco repetições, em virtude da pequena produção alcançada por aqueles tratamentos. Por este motivo, os dados referentes a Tabela 3, não foram analisados estatisticamente.

TABELA 6 - Teores dos micronutrientes manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, da parte aérea do colônio para os tratamentos colhidos após 35 dias de rebrota. Teores na matéria seca a 70°C. Média de cinco repetições

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)		
	Mn	Zn	Cu
Testemunha	402	31	6,9
NPK	591	34	5,6
Micronutrientes	385	37	6,7
NPK + micronutrientes	653	36	6,1
C.V. (%)	7,0	12,3	13,6

O teor em manganês nas plantas, apresentou-se mais alto do que seria esperado, comparando-se estes valores com os obtidos por HAAG *et alii* (1973), que encontraram para o colônio com oito semanas, teores de 98 ppm na matéria seca. Por outro lado, GALLO *et alii* (1974), analisando 41 amostras de colônio coletadas em várias regiões do Estado de São Paulo,

encontraram níveis que variavam de 35 a 793 ppm de manganês, na matéria seca, com uma média de 90 ppm. Afirmam que teores da ordem de 500 a 600 ppm foram encontrados em forrageiras sob certas condições de acidez do solo. Neste aspecto, sabe-se que o pH é um dos fatores que influi na absorção deste elemento, sendo que a atividade do mesmo aumenta em função do decréscimo de pH (FREIRE, 1975).

O tratamento NPK + micronutrientes, apresentou teor mais elevado em manganês que o tratamento NPK, provavelmente por efeito dos micronutrientes, entre os quais o manganês, presentes na adubação. Destaca-se inclusive que nos tratamentos onde houve maior desenvolvimento das plantas, os teores ainda foram mais altos, talvez devido a melhor exploração do solo pelo sistema radicular mais desenvolvido.

A análise estatística demonstrou que no segundo corte, houve efeito dos macronutrientes no teor de manganês ($P < 0,01$), e a interação Adubo x micronutrientes também foi significativa, ao nível de $P < 0,05$. Portanto, a adição de micronutrientes, entre os quais o manganês, ao NPK, aumentou significativamente o nível deste micronutriente na forrageira, nas condições químicas deste solo de cerrado (Tabela VIII em apêndice).

A variação entre os tratamentos, quanto aos teores de zinco e cobre foi relativamente pequena, nos dois cortes, como podemos constatar pelas Tabelas 5 e 6.

Através de um exame detalhado dos teores de zinco que ocorreram no capim colômbio, verifica-se uma tendência de o teor desse elemento ser maior, na presença de micronutrientes. Sabe-se que solos que apresentam pH baixo, teoricamente devem apresentar maior disponibilidade de manganês, zinco, e cobre. Teores relativamente altos deveriam ocorrer para estes três micronutrientes, pois além do que foi aplicado, as condições químicas do solo utilizado, deveriam favorecer a maior disponibilidade dos mesmos. Com o manganês, isto se verificou, mas para o cobre e o zinco, tal não ocorreu, refletindo que o capim, não estaria absorvendo indistintamente cobre e zinco.

Os teores de zinco determinados, são semelhantes aos encontrados por HAAG *et alii* (1973) que citam níveis de 39 ppm do micronutriente para colômbio com oito semanas e por GALLO *et alii* (1974) que determinaram para a mesma gramínea teores que variavam entre 12,9 a 44,3 ppm de zinco na matéria seca.

No segundo corte houve efeito de micronutrientes ($P < 0,05$) conforme Tabela IX, em apêndice. A adição dos micronutrientes no solo, favoreceu a absorção e o acúmulo do zinco na planta.

Quanto ao cobre, as variações foram menores, embora houvesse diferenças estatisticamente comprovadas para NPK ($P < 0,05$) no segundo corte. Os teores estão dentro dos limites encontrados por GALLO *et alii* (1974) e HAAG *et alii*

(1973) que também trabalharam com o colônião.

Como podemos observar nas Tabelas 5 e 6 os teores dos três micronutrientes analisados apresentaram pequena variação entre os cortes, sendo que para o zinco e o cobre a variação foi pequena também entre os tratamentos.

5.1.5 - Extração de nutrientes

Nas Tabelas 7 e 8, estão representadas as quantidades, em miligramas por vaso, dos macronutrientes extraídos pela parte aérea do colônião nos dois cortes, realizados 50 dias após o plantio e a 35 dias de rebrota.

TABELA 7 - Quantidades (em mg/vaso) dos nutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio extraídos pela parte aérea do capim colônião para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio.
Matéria seca a 70°C

Tratamentos	Nutrientes (mg/vaso)				
	N	P	K	Ca	Mg
Testemunha	4,84	0,30	4,66	1,10	0,77
NPK	101,26	6,84	115,21	31,16	20,56
Micronutrientes	5,40	0,34	4,72	1,20	0,84
NPK + micronutrientes	86,98	6,02	92,21	26,76	18,08

TABELA 8 - Quantidades (em mg/vaso) dos nutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Matéria seca a 70°C

Tratamentos	Nutrientes (mg/vaso)				
	N	P	K	Ca	Mg
Testemunha	48,90	5,46	60,21	19,96	15,56
NPK	107,14	18,05	125,28	49,80	51,08
Micronutrientes	54,72	6,84	69,42	21,76	19,50
NPK + micronutrientes	102,98	15,40	103,11	49,54	48,60
C.V. (%)	18,77	13,48	9,98	21,27	18,50

Pelas Tabelas 7 e 8, podemos verificar que os elementos absorvidos em maior quantidade pela forrageira foram potássio e nitrogênio, seguindo-se o cálcio, o magnésio e o fósforo. Esta mesma ordem foi encontrada em vários capins por HAAG *et alii* (1967) e WERNER (1971).

Os tratamentos Testemunha e Micronutrientes apesar de apresentarem teores mais altos de elementos, conforme já verificamos nas Tabelas 3 e 4, retiraram quantidades mínimas, e semelhantes de macronutrientes do solo em função da baixíssima produção de matéria seca.

O tratamento NPK + micronutrientes, extraiu quantidades menores de todos os elementos, quando comparado com o

tratamento NPK.

No segundo corte, como podemos constatar na Tabela 8 o tratamento Micronutrientes, mostrou extração ligeiramente maior que o tratamento Testemunha. Houve, neste corte, efeito significativo ($P < 0,01$) de macronutrientes na extração de nitrogênio, fósforo e potássio; e a interação Adubo x micronutrientes foi significativa ao nível de $P < 0,05$ para o fósforo e também para o potássio (Tabelas XI, XII e XIII, em apêndice). Esse resultado com a observação dos dados da Tabela 8, mostra que os micronutrientes interferiram negativamente na absorção de fósforo e potássio, nas dosagens aplicadas, podendo ter ocorrido problemas no balanceamento dos vários elementos.

O efeito de NPK sobre a extração de nitrogênio, fósforo e potássio já era esperado, pois tratando-se de um solo pobre, a planta respondeu prontamente a adubação, com maior produção de matéria seca, e maior extração de nutrientes disponíveis no solo.

Quanto ao cálcio e magnésio, houve efeito significativo dos macronutrientes ($P < 0,01$) na extração dos mesmos, (Tabelas XIV e XV, em apêndice), o que pode ser atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular da planta que passou a melhor explorar o solo.

Nas Tabelas 9 e 10, estão representadas as quantidades em microgramas por vaso, dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do colônio.

TABELA 9 - Quantidades, em microgramas por vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio

Tratamentos	Micronutrientes (µg/vaso)		
	Mn	Zn	Cu
Testemunha	88	7	1
NPK	3.998	180	32
Micronutrientes	97	8	2
NPK + micronutrientes	2.835	155	26

TABELA 10 - Quantidades, em microgramas por vaso, referentes aos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, extraídos pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota.

Tratamentos	Micronutrientes (µg/vaso)		
	Mn	Zn	Cu
Testemunha	1.720	132	29
NPK	6.671	366	62
Micronutrientes	2.240	203	32
NPK + micronutrientes	6.732	374	64
C.V. (%)	19,80	26,30	24,99

Como as quantidades referentes aos tratamentos Testemunha e Micronutrientes , são provenientes de apenas uma determinação química (reunião de cinco amostras), os dados da Tabela 9 , não foram analisados estatisticamente.

Dos micronutrientes analisados, o manganês foi extraído em maior quantidade, devido provavelmente a sua grande disponibilidade neste tipo de solo que apresenta valor relativamente baixo de pH . Sabe-se que a disponibilidade de manganês aumenta em função do decréscimo de pH (FREIRE, 1975).

Os tratamentos Testemunha e Micronutrientes , retiraram diminutas quantidades de micronutrientes do solo , como podemos observar pela Tabela 9 , uma vez que a produção de matéria seca no primeiro corte foi baixíssima.

O tratamento Micronutrientes teve extração ligeiramente maior que a Testemunha , favorecido pela maior disponibilidade de micronutrientes no solo, enquanto que o tratamento NPK + micronutrientes , devido a menor produção de matéria seca, extraiu menores quantidades de manganês, zinco e cobre que o tratamento NPK .

Pela Tabela 10 , podemos constatar, que houve maior extração de micronutrientes no segundo corte, da mesma maneira que ocorreu com os macronutrientes, e o manganês, continuou a ser retirado em maior quantidade.

Houve efeito significativo ao nível de $P < 0,01$, de macronutrientes para a extração de manganês, zinco e cobre neste corte (Tabelas XVI, XVII e XVIII, em apêndice). O tratamento Micronutrientes, extraiu mais que a Testemunha, e neste corte, o tratamento NPK + micronutrientes foi superior na extração que o NPK, provavelmente por efeito da maior disponibilidade de micronutrientes no solo daquele tratamento, aliado a melhor exploração do solo, pelo sistema radicular mais desenvolvido.

Com relação ao zinco e ao cobre, tivemos efeitos semelhantes, ou seja, os tratamentos que receberam micronutrientes, extraíram maiores quantidades destes elementos.

5.2 - Ensaio Tipo Subtração com Micronutrientes

5.2.1 - Produção de matéria seca

Na Tabela 11, estão representadas as produções dos tratamentos Completo, Omissão de manganês, Omissão de molibdênio, Omissão de cobre, Omissão de zinco, Omissão de boro e Testemunha. Em todos os tratamentos foi aplicada adubação básica com NPK e Calagem.

A não ocorrência de sintomas visuais, mesmo quando se aplicou todos os micronutrientes, que interferiram na produção de matéria seca pode ser justificada pelo fato de o capim colônia provavelmente apresentar alguma adaptação em

desenvolver em solos com elevados teores de micronutrientes, Assim WERNER (1958), relata que as gramíneas se desenvolvem bem em solos ácidos, e em geral não respondem a calagem quando cultivadas em solos que não contenham alumínio tóxico. Sabe-se que solos mais ácidos apresentam maior disponibilidade dos micronutrientes em estudo, a exceção do molibdênio, cuja disponibilidade diminui com a queda do pH.

TABELA 11 - Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colômbio, em gramas por vaso, relativa aos cortes realizados, respectivamente, 50 dias após o plantio e 35 dias após o primeiro corte. Média de cinco repetições

Tratamentos	Produção de matéria seca			
	1º corte (g/vaso)	Diferença percentual	2º corte (g/vaso)	Diferença percentual
Completo	4,48	19,42	10,30	8,85
Omissão de Mn	5,92	- 6,47	11,42	- 1,06
Omissão de Mo	5,22	6,12	10,84	4,07
Omissão de Cu	5,04	9,35	10,90	3,54
Omissão de Zn	5,16	7,19	10,82	4,25
Omissão de B	5,04	9,35	9,78	13,45
Testemunha	5,56		11,30	
F	1,23		1,02	
DMS (Tukey 5%)	1,84		2,54	
C.V. (%)	17,44		11,64	

Como não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, os resultados serão discutidos com base nas diferenças percentuais entre a Testemunha e os diferentes tratamentos.

Conforme o ocorrido no ensaio anterior, a produção do segundo corte, foi bem maior, provavelmente devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular, com conseqüente melhor exploração do solo do vaso.

Os micronutrientes em conjunto, reduziram em mais de 19% a produção de matéria seca, fato este já citado anteriormente no ensaio fatorial NPK x micronutrientes. Esta menor produção de matéria seca pode ter ocorrido devido a problemas de toxidez provocada por algum ou alguns dos micronutrientes adicionados ou então por alguma interrelação existente entre os macronutrientes e micronutrientes, nas dosagens utilizadas, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Comparando-se os tratamentos Omissão de Manganês, com Completo, onde só difere a adição de manganês, nota-se, que com a adição deste elemento, houve redução de 19% na produção, e que com a omissão do mesmo, houve uma tendência de aumento de produção, ao redor de 6%, fazendo-se supor, que os outros micronutrientes conjuntamente estimularam a produção.

A presença de manganês, portanto, parece ter ocasionado prejuízo na produção de forrageira, nas condições

químicas do solo utilizado. FREIRE (1975), afirma que o excesso de manganês pode causar efeitos tóxicos aos vegetais. Em trabalho com milho, em vasos, este autor verificou que os tratamentos com pH 4,7, que receberam dose tóxica de manganês, produziram menor quantidade de matéria seca.

A ausência de boro, resultou na maior redução de produção, em relação aos outros tratamentos, nos dois cortes em que houve omissão individual de micronutrientes. Como podemos verificar, pela Tabela 11, foi o tratamento Omissão de boro, o tratamento que teve tendência a apresentar menor produção de matéria seca. Isto provavelmente ocorreu em virtude de algum desequilíbrio causado pela presença dos outros micronutrientes, em ausência de boro ou pelo fato de a gramínea ter sentido a falta de boro. Segundo MALAVOLTA *et alii* (1974) as deficiências de boro, em geral ocorrem nos solos leves, arenosos, com pouca argila e baixo teor de matéria orgânica, sujeitos a forte lixiviação, como é o caso deste solo utilizado. Então pode ser deficiência de boro a causa da redução citada.

Os tratamentos Omissão de cobre e Omissão de zinco, em presença de manganês, tiveram um ligeiro decréscimo de produção de matéria seca, sendo que no primeiro corte, isto ocorreu de maneira mais acentuada.

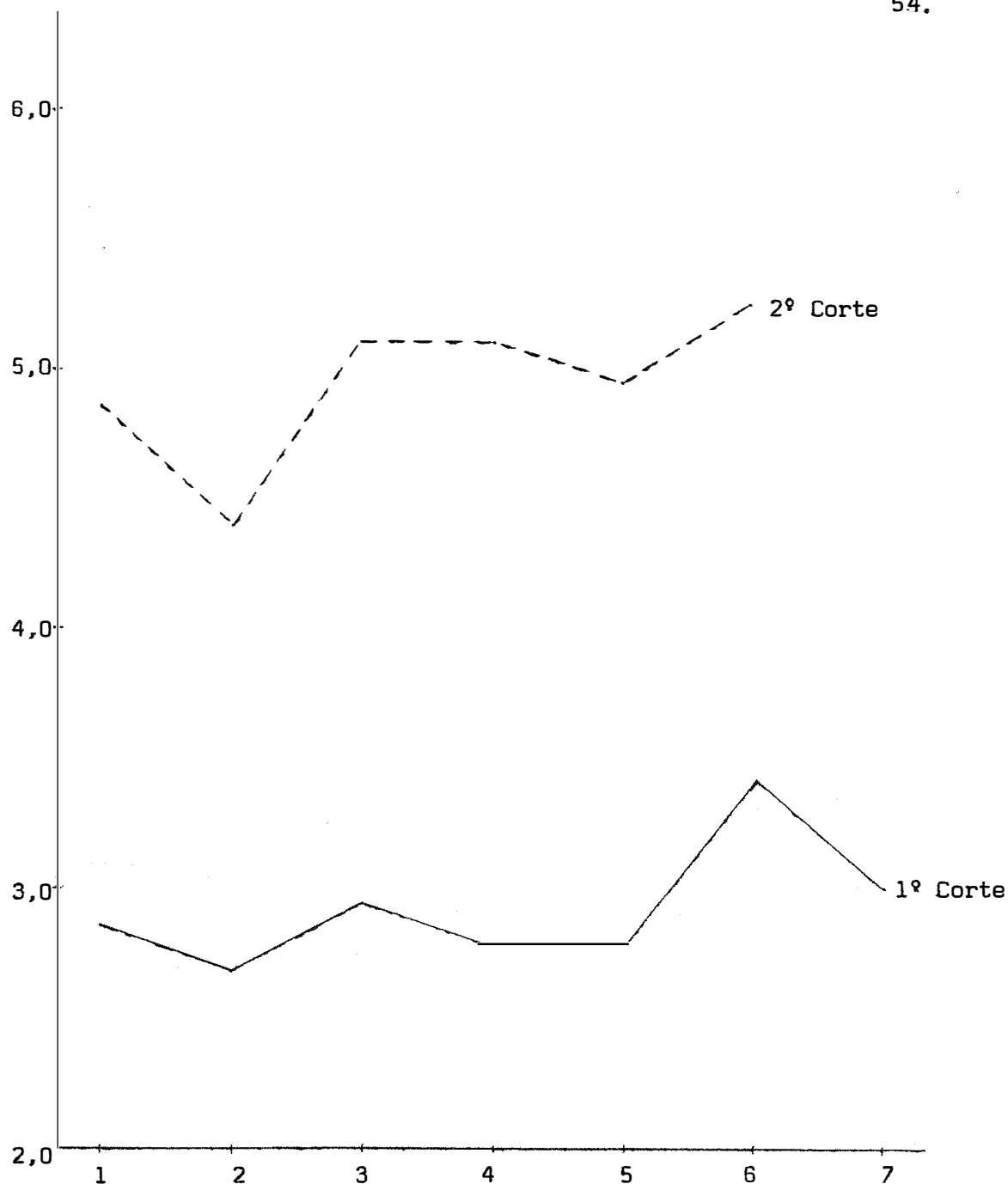
Quanto ao molibdênio, considerando que as condições de acidez do solo, deveriam provocar sua deficiência neste solo, prejudicando o desenvolvimento da gramínea com a

sua omissão. Tal não ocorreu, e isto leva a crer que o capim nesta fase do crescimento, não teve tanta necessidade deste micronutriente.

5.2.2 - Índice de área foliar e área foliar específica

Nas Figuras 3 e 4, estão representados os valores de IAF e AFE do capim colônia, obtidos nos sete tratamentos empregados. Estes valores correspondem ao primeiro e segundo cortes, realizados respectivamente 50 dias após o plantio e 35 dias após o primeiro corte.

Analisando-se este ensaio observa-se que estes dois parâmetros fisiológicos estudados flutuaram bastante e de forma direta entre os tratamentos, embora a diferença entre os valores tenham sido muito pequenas. Assim é que quando o IAF aumentou no tratamento Omissão de manganês, por exemplo, também se elevou o valor de AFE e isto se verificou nos demais tratamentos, no primeiro e no segundo cortes, conforme podemos verificar pelas Figuras 3 e 4. Os valores mais baixos de AFE e mais altos de IAF de todos os tratamentos no segundo corte, em relação ao primeiro, refletiu-se de forma acentuada na maior produção de matéria seca, como era de se esperar. O efeito da atividade das raízes com maior desenvolvimento no período entre o primeiro e segundo corte pode justificar estes resultados.



- 1 = Completo
- 2 = Omissão de boro
- 3 = Omissão de cobre
- 4 = Omissão de zinco
- 5 = Omissão de molibdênio
- 6 = Omissão de manganês
- 7 = NPK

Fig. 3 - Valores de IAF para o capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota. (Primeiro e segundo cortes, respectivamente).

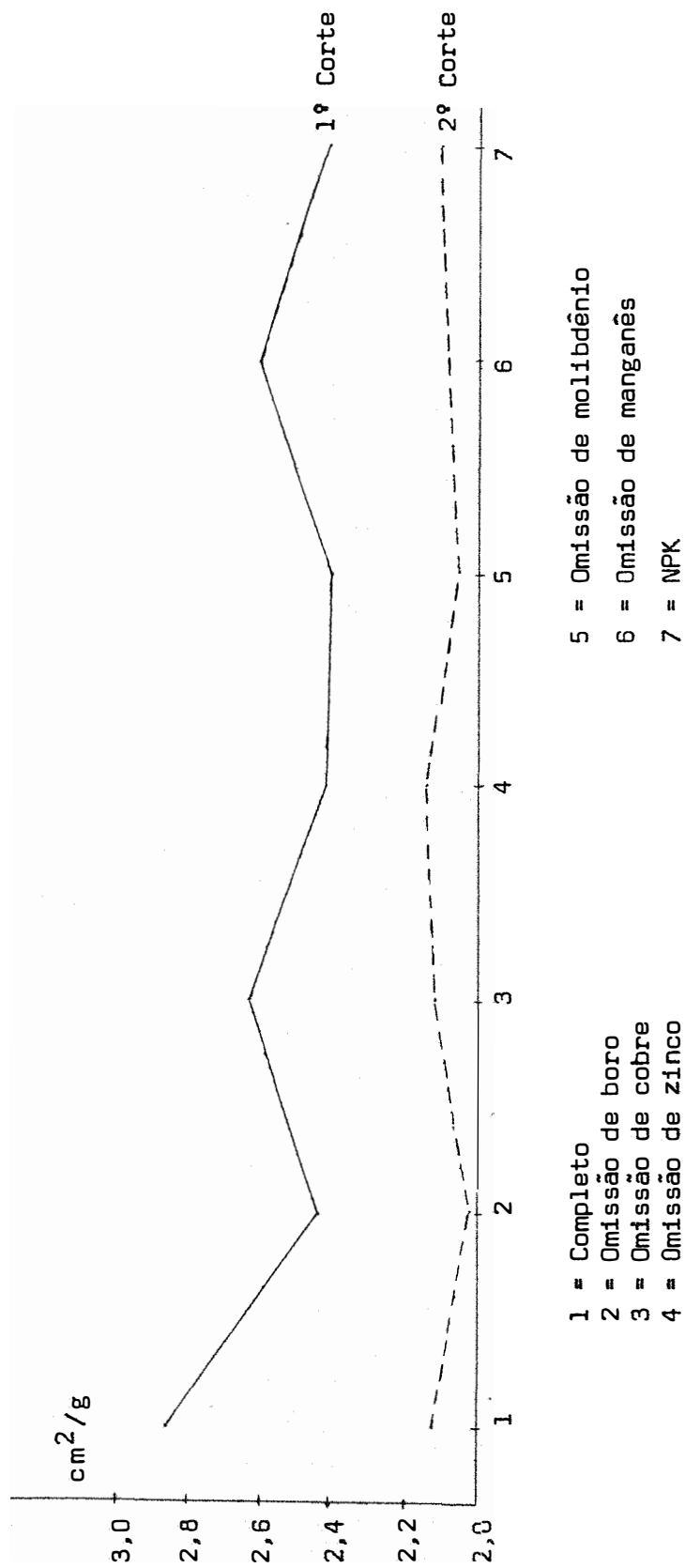


Fig. 4 - Valores de AFE , em cm^2/g , para o capim colonião, relativos aos cortes realizados 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota. (Primeiro e segundo cortes)

5.2.3 - Teores de macronutrientes

Nas Tabelas 12 e 13, constam os teores médios dos elementos nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, analisados da parte aérea do colônio, nos tratamentos Completo, Omissão de manganês, Omissão de molibdênio, Omissão de cobre, Omissão de zinco, Omissão de boro e Testemunha, colhidos respectivamente a 50 dias após o plantio e com 35 dias de rebrota.

TABELA 12 - Teores de macronutrientes (matéria seca a 70°C) relativos a parte aérea para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições

Tratamentos	Micronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Completo	1,95	0,13	2,07	0,60	0,41
Omissão de Mn	1,78	0,13	1,99	0,54	0,39
Omissão de Mo	1,90	0,13	2,12	0,53	0,38
Omissão de Cu	1,89	0,14	1,94	0,59	0,43
Omissão de Zn	1,82	0,13	1,97	0,54	0,37
Omissão de B	1,76	0,13	2,09	0,48	0,33
Testemunha	1,84	0,12	2,07	0,52	0,37
F	0,61	1,88	0,41	5,58 **	2,57 *
OMS (Tukey 5%)	0,39	0,02	0,49	0,08	0,09
C.V. (%)	10,50	6,71	11,73	7,13	12,26

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 13 - Teores de macronutrientes (matéria seca a 70°C) relativos a parte aérea para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições

Tratamentos	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Completo	1,00	0,15	1,00	0,48	0,47
Omissão de Mn	0,93	0,15	1,01	0,48	0,48
Omissão de Mo	0,94	0,17	1,01	0,41	0,49
Omissão de Cu	0,93	0,14	1,04	0,41	0,54
Omissão de Zn	0,90	0,15	1,06	0,45	0,43
Omissão de B	0,94	0,14	1,02	0,44	0,43
Testemunha	0,95	0,16	1,11	0,44	0,45
F	1,42	1,46	0,88	0,66	1,64
DMS (Tukey 5%)	0,12	0,03	0,19	0,18	0,14
C.V. (%)	6,43	10,10	9,19	19,88	14,20

Os tratamentos em que se omitiram os micronutrientes não diferenciaram significativamente entre si, e quando comparados com os tratamentos Testemunha e Completo, quanto aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Diferenças estatísticas ocorreram para o cálcio e magnésio no primeiro corte.

Para o cálcio houve diferença estatística ao nível de $P < 0,05$ entre os tratamentos Completo, que apresentou maior teor no elemento e Omissão de boro, que teve o nível mais baixo de cálcio. Provavelmente, os micronutri -

entes manganês, zinco, cobre e molibdênio juntamente com NPK, em ausência de boro na adubação, tenham provocado um desequilíbrio na absorção ou metabolismo de cálcio da planta.

No caso do magnésio os tratamentos Omissão de cobre apresentou o maior teor, diferindo ao nível de $P < 0,05$ de Omissão de boro . Portanto, o conjunto de micronutrientes manganês, zinco, boro e molibdênio, em presença de NPK, provocaram o maior acúmulo do elemento nos tecidos da forrageira, enquanto manganês, zinco, cobre e molibdênio , com NPK, reduziram o teor, no primeiro corte. Isto provavelmente ocorreu também em virtude de algum desequilíbrio nutricional.

O tratamento completo teve uma tendência de apresentar maior teor em nitrogênio, talvez pela menor produção deste tratamento, ocorrendo efeito de concentração do elemento, enquanto os tratamentos Omissão de manganês e Omissão de boro , foram os tratamentos com tendência a apresentar menores teores do elemento.

Com relação ao fósforo, houve aumento no teor do primeiro para o segundo corte em todos os tratamentos, talvez pelo maior desenvolvimento da planta e conseqüente melhor exploração do solo pelo sistema radicular. Pequenas variações ocorreram entre os tratamentos, demonstrando que os micronutrientes não influenciaram no teor desse elemento na forrageira, neste corte. Com o potássio as variações também foram pequenas.

Os teores dos elementos, apresentados na Tabela 12 , de uma maneira geral foram semelhantes aos encontrados por VICENTE CHANOLER *et alii* (1962) ; HAAG *et alii* (1967) ; WERNER (1971) e GALLO *et alii* (1974) que também trabalharam com o colômbio.

No segundo corte, cujos dados são apresentados na Tabela 13 , não foram encontrados diferenças estatísticas para os teores dos nutrientes analisados nos diferentes tratamentos.

Neste corte, houve uma queda nos teores de nitrogênio dos diversos tratamentos. Este fato pode ser atribuído a um efeito de diluição, devido a maior produção de matéria seca deste corte.

O tratamento Completo continuou apresentando um maior teor em nitrogênio, e a Omissão de zinco , o menor, enquanto os demais se equivaleram. O tratamento Omissão de molibdênio teve tendência a apresentar o maior teor de fósforo.

Enquanto para o fósforo houve um aumento do teor do primeiro para o segundo corte, para o potássio registrou-se uma queda, e os tratamentos apresentaram níveis semelhantes.

Para o cálcio como podemos observar pelas Tabelas 12 e 13 , também houve uma queda nos níveis do elemento, e os tratamentos no segundo corte, apresentaram valores relativa -

mente próximos, com uma tendência do Completo , juntamente com o Omissão de manganês apresentarem maiores teores, enquanto Omissão de molibdênio e Omissão de cobre estiveram em um plano inferior, quanto ao teor do elemento na parte aérea das plantas.

Com relação ao magnésio, houve aumento do primeiro para o segundo corte, e o tratamento "Omissão de cobre", teve tendência a apresentar teor mais elevado no nutriente, sem contudo diferir estatisticamente dos demais.

Os teores dos nutrientes, neste segundo corte também apresentaram-se semelhantes aos encontrados por HAAG *et alii* (1967) ; WERNER (1971) e GALLO *et alii* (1974).

5.2.4 - Teores de micronutrientes

Nas Tabelas 14 e 15 , estão representados os teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, analisados da parte aérea do capim colônia colhido com 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota.

Os tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente comprovadas, quanto aos teores de manganês, zinco e cobre para os dois cortes.

No primeiro corte, realizado 50 dias após o plantio, podemos observar pela Tabela 14 , que os teores de manganês, embora altos, não variaram muito entre os tratamentos,

indicando que a adição deste elemento na adubação quantitativa, não interferiu no teor do mesmo na planta. Destaca-se que o tratamento Completo, teve tendência a apresentar valores maiores que a Testemunha, em razão da adição dos micronutrientes ao solo.

TABELA 14 - Teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, relativos a parte aérea do capim colonião para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições (Matéria seca a 70°C)

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)		
	Mn	Zn	Cu
Completo	635	35	5,7
Omissão de Mn	608	34	6,0
Omissão de Mo	567	32	5,9
Omissão de Cu	640	33	5,4
Omissão de Zn	582	27	5,6
Omissão de B	558	31	5,6
Testemunha	594	33	5,7
F	1,94	1,72	0,60
DMS (Tukey 5%)	102	9	1,2
C.V. (%)	8,46	14,49	10,62

Quanto ao cobre e ao zinco, os teores foram normais, com pequenas variações entre os tratamentos. No caso do zinco, o tratamento Omissão de zinco teve tendência de apresentar menores teores, ficando abaixo inclusive da Teste-

munha, evidenciando alguma resposta a adição do elemento no solo.

TABELA 15 - Teores dos micronutrientes, manganês, zinco e cobre, expressos em ppm, relativos a parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições. Matéria seca a 70°C

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)		
	Mn	Zn	Cu
Completo	653	36	6,1
Omissão de Mn	681	35	5,8
Omissão de Mo	701	39	5,2
Omissão de Cu	689	37	5,4
Omissão de Zn	664	33	5,5
Omissão de B	645	36	5,0
Testemunha	611	34	5,6
F	1,86	1,78	1,62
OMS (Tukey 5%)	100	7,00	1,30
C.V. (%)	7,50	9,73	11,69

No segundo corte, o tratamento Omissão de manganês teve tendência a apresentar níveis maiores em manganês que o Completo. Isto provavelmente ocorreu pelo melhor desenvolvimento das raízes das plantas deste tratamento, possibilitando melhor exploração do solo, que deveria ter, de acordo com as suas características físicas e químicas, nível alto

de manganês disponível. Estes desequilíbrios provocados pela ausência de determinados micronutrientes, em ausência de outros, fazem supor a existência de interrelações ou competições entre os mesmos.

Neste corte, como podemos observar pela Tabela 15 os teores de manganês e zinco, aumentaram provavelmente devido ao maior desenvolvimento radicular da planta com melhor exploração do solo. O tratamento que menor teor de manganês apresentou foi a testemunha, fazendo transparecer que os outros micronutrientes tenham influenciado a absorção e o acúmulo de manganês na parte aérea, mesmo na ausência deste micronutriente.

O tratamento Omissão de boro, sempre apresentou níveis mais baixos em manganês. Quanto ao zinco, neste corte, os teores mais baixos foram para Testemunha e Omissão de zinco, parecendo que existe resposta no teor do elemento no capim colônia, com a adição do mesmo neste tipo de solo.

5.2.5 - Extração de nutrientes

Nas Tabelas 16 e 17, estão representadas as quantidades em miligramas por vaso de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio extraídos pela parte aérea do capim colônia, para os tratamentos colhidos, respectivamente, 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota.

TABELA 16 - Quantidades em miligramas por vaso, referentes a nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colônio, para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio

Tratamentos	Macronutrientes (mg/vaso)				
	N	P	K	Ca	Mg
Completo	86,88	6,02	92,21	26,76	18,08
Omissão de Mn	105,56	7,62	120,58	32,44	23,20
Omissão de Mo	98,74	6,50	111,30	28,16	19,84
Omissão de Cu	94,80	7,30	96,81	29,86	21,90
Omissão de Zn	94,02	6,70	102,18	27,60	19,00
Omissão de B	86,48	6,46	102,08	24,06	16,70
Testemunha	101,26	6,84	115,21	31,16	20,56
F	0,72	0,96	0,99	1,12	1,26
DMS (Tukey 5%)	3,77	2,49	4,60	12,10	8,94
C.V. (%)	19,73	18,17	21,79	20,89	22,21

Não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos quanto aos totais de nutrientes extraídos no primeiro e segundo cortes.

Devido a maior produção de matéria seca, as quantidades extraídas dos elementos, à exceção do potássio que praticamente permaneceu constante, foram maiores no segundo corte. A ordem de extração para os elementos, foi: potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo. Esta mesma ordem foi encontrada por HAAG *et alii* (1967) e WERNER (1971),

que trabalharam com vários capins, entre os quais o colômbio.

TABELA 17 - Quantidades, em miligramas por vaso, referentes à nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, extraídos pela parte aérea do capim colômbio, para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota. Média de cinco repetições. Matéria seca a 70°C

Tratamentos	Macronutrientes (mg/vaso)				
	N	P	K	Ca	Mg
Completo	102,98	15,40	103,11	49,54	48,60
Omissão de Mn	106,12	17,06	115,50	55,20	55,82
Omissão de Mo	101,70	17,84	108,48	43,92	53,62
Omissão de Cu	101,16	15,68	113,00	43,68	59,62
Omissão de Zn	96,40	16,56	114,30	48,14	47,24
Omissão de B	92,56	14,12	99,51	42,58	42,38
Testemunha	107,14	18,06	125,28	49,80	51,08
F	0,75	2,02	2,60*	1,07	1,41
DMS (Tukey 5%)	27,09	4,50	24,07	19,62	21,92
C. V. (%)	13,21	13,58	10,66	20,40	21,12

{*} Significativo ao nível de 5% de probabilidade

O tratamento Completo, apesar de apresentar uma maior concentração de nitrogênio no primeiro corte (Tabela 16) foi juntamente com o tratamento Omissão de boro o tratamento que extraiu menor quantidade do elemento, em virtude da menor produção de matéria seca.

Pelos dados da Tabela 16 , podemos verificar que os tratamentos que não receberam manganês (Testemunha e Omissão de manganês), tiveram tendência à extrair maiores quantidades dos elementos, e a Omissão de boro a tendência de extrair menores quantidades.

No segundo corte, este fato ocorreu de maneira mais acentuada com o tratamento Omissão de boro, indicando possível ocorrência de desequilíbrio no estado nutricional do capim colonião, nesse tratamento. Não ficou evidenciado se isto ocorreu pela ausência deste micronutriente ou pela presença de molibdênio, manganês, cobre e zinco, em ausência de boro, os quais teriam acarretado o desequilíbrio na planta, já que a Testemunha, que não recebeu nenhum micronutriente, teve uma extração maior. Para as quantidades extraídas de potássio, Testemunha e Omissão de boro diferiram estatisticamente ($P < 0,05$).

Pelos dados, podemos verificar, que de uma maneira geral a Testemunha (só aplicação de NPK) extraiu mais que o tratamento Completo, e que os micronutrientes parecem ter exercido algum efeito negativo sobre a extração dos macronutrientes.

Nas Tabelas 17 e 18, estão representadas as quantidades, em microgramas por vaso, referentes aos micronutrientes manganês, zinco e cobre extraídos pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos, respectivamente a 50 dias após o plantio e 35 dias de rebrota.

TABELA 18 - Quantidades, em microgramas/vaso, referentes ao micronutrientes, manganês, zinco e cobre extraídos pela parte aérea do capim colonião para os tratamentos colhidos 50 dias após o plantio. Média de cinco repetições.

Tratamentos	Micronutrientes (µg/vaso)		
	Mn	Zn	Cu
Completo	2.836	154	26
Omissão de Mn	3.634	200	36
Omissão de Mo	2.993	169	31
Omissão de Cu	3.214	167	27
Omissão de Zn	3.029	138	29
Omissão de B	2.736	129	28
Testemunha	3.315	180	32
F	1,25	1,63	1,44
OMS (Tukey 5%)	12,48	86,73	12,21
C.V. (%)	19,82	26,32	20,22

Dos micronutrientes analisados, o manganês foi extraído em maior quantidade por todos os tratamentos, sem que houvesse diferenças significativas entre os mesmos. Analisando-se os dados da Tabela 18, verificamos que o tratamento Omissão de manganês e o tratamento Testemunha, ou seja, os que não receberam manganês, foram os que mais extraíram esse elemento do solo, demonstrando a disponibilidade do mesmo, nas condições do solo empregado no ensaio.

O tratamento Omissão de boro, foi o que menor quantidade de micronutrientes extraiu, e o Completo, apesar de receber todos os micronutrientes retirou menor quantidade que a Testemunha, devido a sua menor produção de matéria seca.

TABELA 19 - Quantidades, em microgramas/vaso, referentes aos micronutrientes, extraídos pela parte aérea do capim colônia para os tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Tratamentos	Micronutrientes (µg/vaso)		
	Mn	Zn	Cu
Completo	6.732	374	64
Omissão de Mn	7.798	395	66
Omissão de Mo	7.581	421	56
Omissão de Cu	7.554	398	58
Omissão de Zn	7.251	359	59
Omissão de B	6.294	351	49
Testemunha	6.671	366	62
F	1,56	0,93	2,19
DMS (Tukey 5%)	2.043	118	17,09
C.V. (%)	14,14	15,25	14,35

6 - CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos no presente trabalho, permite concluir que a adubação com NPK provocou um acentuado efeito na produção de matéria seca do capim colômbio, a qual foi bastante superior àquela obtida sem qualquer adubação. A adição conjunta dos micronutrientes: manganês, molibdênio, cobre, zinco e boro aos macronutrientes, NPK, prejudicou um pouco esta produção.

Entre os micronutrientes, a adição de manganês provocou um ligeiro declínio na produção de matéria seca, ocorrendo o mesmo com a omissão de boro.

O efeito causado pelos diferentes tratamentos à produção de matéria seca, mostrou-se intimamente associado à e

ficiência fotossintética das folhas, avaliada indiretamente através da área foliar específica.

A concentração de nutrientes nas plantas foi menor com a adição de NPK ao solo, com excessão de cálcio e magnésio, embora a quantidade total retirada fosse naturalmente, bastante inferior.

Finalmente, o autor conclui, que aumentos significativos de produção de capim colonião, no tipo de solo de cerrado usado neste trabalho, podem ser obtidas com adições adequadas de NPK e com a imobilização do manganês disponível. Desta forma, pode-se esperar que os micronutrientes, principalmente o boro, tenham influência positiva sobre a produção de matéria seca da cultura utilizada.

7 - SUMMARY

Using the soil of "cerrado" fields that had never been fertilized, two experiments were planned to check the influence of several micro and macronutrients on the growth of guinea grass.

This experiment was installed in a green house, with the vases disposed in randomized blocks with five repetitions. The first experiment was made up of NPK x Micronutrients factorial composed by the following treatments: Control, NPK, Micronutrients and NPK + Micronutrients; the second experiment, the subtraction of micronutrients type, was composed by the following treatments: Complete, Omission of boron, Omission of manganese, Omission of molybdenum, Omission of copper, Omission of zinc, control.

At the first and second cuts accomplished respectively fifty days after the planting and thirty-five days after it has sprouted again, we tried to study the behaviour of the plants according to the different treatments and through the analysis of some "parameters". This way, we could determine the production of dry matter, leaf area index the specific area leaf, the contents of nutrients of the shoot and the totality of nutrients drawn out of the soil and gathered in the shoot.

The analysis of the results showed that in the first cut there was a statistically significant effect ($P \leq 0,01$) of NPK on the production of dry matter. Nevertheless the amount of micronutrients that was used had a statistically depressing effect ($P \leq 0,05$) on the production when used along with NPK. We also noticed that the presence of manganese and the absence of boron and zinc showed a tendency to harm the of dry matter production of the forager.

The change of dry matter production showed a close correspondence with specific leaf area suggesting that the treatments affected the leaf photosynthetic efficiency of the plants.

The contents and the totality of nutrients drawn out were typical of normal plants. The presence of micro-

nutrientes didn't interfere on the contents of the several elements that were analysed, but we noticed that the plants showed high levels of manganese probably due to the condition of the soil.

8 - LITERATURA CITADA

- ADAMS, W. E., 1967. A Comparison of Coastal and Common Bermuda Grasses (*Cynodon dactylon*) in the Piedmont Region II. Effect of Fertilization on Crimson Clover (*Trifolium incarnatum*) on Nitrogen, Phosphorus and Potassium Contents of the Forage. Agron. J., Madison, 59: 281-284.
- ANDREASI, F. ; J. S. M. VEIGA ; C. X. MENDONÇA Jr. ; F. PRADA e J. C. BARNABÉ. 1966/1967.a. Levantamento dos Elementos Minerais em Plantas Forrageiras de Áreas Delimitadas do Estado de São Paulo. I. Cálcio, Fósforo e Magnésio. Rev. da Fac. Med. Vet., São Paulo, 7 (3): 583-604.
- ANDREASI, F. ; J. S. M. VEIGA ; C. X. MENDONÇA Jr. ; F. PRADA e J. C. BARNABÉ, 1966/1967.b. Levantamento dos Elementos Minerais em Plantas Forrageiras de Áreas Delimitadas do Estado de São Paulo. II. Sódio e Potássio. Rev. da Fac. Med. Vet., São Paulo, 7 (3): 605-614.

- ANSLOW, R. C., 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. Herb. Abstr., London, 36: 149-155.
- AWAN, A. B., 1965. Fertilization of old jaraguá pastures in Honduras. Anais IX Congr. Inter. Pastagens, São Paulo, 1: 675-676.
- BINGHAM, F. T., 1963. Relation between phosphorus and micronutrients in plants. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, 27 (4): 389-391.
- BLACKMAN, G. E., 1968. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. Proceedings of Copenhagen Symposium. UNESCO (V): 243-259.
- BRITO, D. P. P. S. ; A. F. CASTRO ; W. MENDES ; A. JACCOUD ; O. P. RAMOS e F. A. COSTA, 1971. Estudo das reações a micronutrientes em Latossol vermelho-escuro sob vegetação de cerrado. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 6: 17-22. Série Agronomia.
- BROWN, R. H. e R. E. BLASER, 1968. Leaf area index in pasture growth. Herb. Abstr., London, 38: 1-9.
- CARO-COSTAS, R. J. ; J. V. CHANOLER e J. FIGARELLA, 1960. The yields and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico as affected by nitrogen fertilization, season and harvest procedure. J. Agric. Univ. Puerto Rico, Porto Rico, 44: 107-120.

- CASTLE, M. W. e W. HOLMES, 1960. The intensive production of the herbage for crop-drying. VII - The effect of further continued massive applications of nitrogen with and without phosphat and potash on the yield of grassland herbage. J. Agric. Sci., London, 55 (2): 251-260.
- CHANOLER, V. J. ; R. W. PEARSON ; F. ABRUÑA e S. SILVA, 1962. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid conditions. Agron. J., Madison, 54 (5): 450-453.
- CLATWORTHY, J. N., 1967. The response of giant Rhodes Grass (*Chloris gayna* Kenth), to heavy dressing of nitrogenous fertilizer. Herb. Abstr., London, 37: Abstr. 1713.
- COOPER, J. P., 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herb. Abstr., London, 40 (1): 1-15.
- FERREIRA, J. G. ; G. E. FRANÇA e M. M. CARVALHO, 1975. Efeito de níveis de fósforo e calagem sobre o estabelecimento e produção de *Hyparrhnia rufa* (Ness) Stapf. Anais da XII Reunião da Soc. Bras. Zootc., Brasília, p. 53.
- FLEMING, G. A., 1965. Trace elements in plants with particular reference to pastures species. Outlook on Agric., Bracknell Berks, IV: 270-285.
- FRENCH, N. H. e L. M. CHAPARRO, 1960. Contribution al estudio de la composition química de los pastos en Venezuela durant la estacion seca. Agron. Trop., Maracay, 10: 57-69.

- FREIRE, J. P., 1975. Efeitos do cálcio e o pH na adsorção do manganês pelos solos e sua toxidez às plantas. Piracicaba, ESALQ/USP., 49 p. (Tese de Mestrado).
- FREITAS, L. M. M. ; T. TANAKA ; E. LOBATO ; W. V. SOARES e G. E. FRANÇA, 1972. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campos cerrados. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 7: 57-63. Ser. Agron.
- GALLO, J. R. ; R. HIROCE ; O. C. BATAGLIA ; P. R. FURLANI ; A. M. C. FURLANI ; H. B. MATTOS ; H. J. SARTINI e M. P. FONSECA, 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Bol. Ind. Anim., S. Paulo, 31: 115-137.
- GLORIA, N. A. ; R. A. CATANI e T. MATUO, 1965. Determinação de cálcio e magnésio em plantas pelo método EOTA. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", 22: 154-177.
- GOMIOE, J. A. ; C. H. NOLLER ; G. O. MOTT ; J. H. CONRAD e O. L. HILL, 1969. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. Agron. J., Madison, 61: 120-123.
- GRAHAM, E. R. e W. L. BAKER, 1951. Ionic saturation of plant roots with special reference to hidrogen. Soil Sci., Baltimore, 72: 435-441.
- HAAG, H. P. : M. L. V. BOSE e R. G. ANDRADE, 1967. Absorção dos macronutrientes pelos capins colômbio, gordura, jaraguá, Napier e pangola. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 24: 177-188.

- HAAG, H. P. ; M. L. V. BOSE e G. O. OLIVEIRA, 1973. Absorção de alguns micronutrientes pelos capins colonião, gordura , jaraguá, Napier e pangola. Anais da X Reunião da Soc. Bras. Zootec., Porto Alegre, p. 328-329.
- ILJIN, W. S., 1961. Influência de abonos fosfatados y nitrogenados sobre la composición química y el rendimiento del pasto Guinea (*Panicum maximum*). Agron. Trop., Maracay, 11: 145-184.
- KOK, E. A. ; L. B. MACHADO e G. L. ROCHA, 1946. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Bol. Ind. Anim., São Paulo, 8: 18-44.
- KRESGE, C. B. e S. E. YOUNTS, 1962. Effect of various rates and frequencies of potassium applications on yield and chemical composition of alfafa orchard grass. Agron. J., Madison, 54: 313-315.
- LANGIN, E. J. ; R. C. WARO ; R. A. OLSON e H. F. RHOADES, 1962. Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization. II. Lime and P placement effects on P-Zn relations. Proc. of the Soil Sci. Soc. of Amer., Madison, 26: 574-578.
- LINDSAY, W. L., 1972. Zinc in soils and plant nutrition. Advances in Agronomy. Academic Press, New York, 24: 147-186.
- LITTLE, S. ; J. V. CHANDLER e F. ABRUÑA, 1959. Yield and protein content of irrigated Napiergrass , Guineagrass and Pangolagrass as affected by nitrogen fertilization. Agron. J., Madison, 51: 111-113.

- LOTT, W. L. ; J. P. NERY ; J. R. GALLO e J. C. MEDCALF, 1956.
A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas. Inst. Agronômico. Bol. n° 79 , 73 pp.
- MALAVOLTA, E., 1957. Práticas de química orgânica e biológica. Piracicaba. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 77 pp.
- MALAVOLTA, E. ; H. P. HAAG ; F. A. F. MELLO e M. O. C. BRASIL SOB., 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Liv. Pioneira Editora, São Paulo. 727 pp.
- MALQUORI, M., 1964. Antagonisme et interdependence des principes fertilizants. V^e Congr. Mundial Fertil., Zurich, p. 151.
- McCLUNG, A. C. ; L. M. M. FREITAS ; J. R. GALLO ; L. R. QUINN; G. O. MOTT, 1958. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade em solo de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, Campinas, 17: 29-44.
- McLEOD, L. B., 1965. Effect of nitrogen and potassium on yield and chemical composition of alfafa, bromegrass, orchard grass and timothy grown as pure species. Agron. J., Madison, 57: 261-266.
- MEDERSKY, J. H. e J. B. JONES; 1963. Effect of soil temperature on corn plant development and yield: I. Studies with a corn hybrid. Proc. of Soil Soc. Amer. 27: 186-189.
- MOTTA, M. S., 1953. *Panicum maximum*. The Empire J. of Exp. Agr., London, 21: 33-41.

- NESTEL, B. L. e M. J. CREEK, 1962. Pangolagrass. Herb. Abstr., London, 32: 265-271.
- NIELSEN, K. F. ; R. L. HALTEAO ; A. J. Mac LEAN ; S. J. BOURGET e R. M. HOLMES, 1961. The influence of soil temperature on the growth and mineral composition of corn, broomegrass and potatoes. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, 25: 369-371.
- OAKES, A. J., 1966. Effect of nitrogen fertilization and harvest frequency on yield and composition of *Panicum maximum* Jacq., in dry tropics. Agron. J., Madison, 58: 75-77.
- OLSEN, F.J., 1974. Effects of nitrogen fertilizer on yield and protein content of *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, and *Setaria splendida*, Stapf in Uganda. Trop. Agric., Trinidad, 51: 523-529.
- OVINGTON, J. D., 1968. Some factors affecting nutrient distribution within ecosystems. Proc. of Copenhagen Symposium. UNESCO (V): 95-103.
- PAULI, A. W. ; E. ROSCOE Jr. e H. C. MOSER, 1968. Zinc uptake and translocation as influenced by phosphorus and calcium carbonate. Agron. J., Madison, 60: 394-396.
- PEDREIRA, J. V. S. e J. J. N. SILVEIRA, 1972. Variação da composição bromatológica do capim colônião (*Panicum maximum*, Jacq). Bol. Ind. Anim., São Paulo, 29: 185-190.
- PEDREIRA, J. V. S., 1965/66. Estudo do crescimento do capim colônião (*Panicum maximum*, Jacq.). Bol. Inst. Anim., S. Paulo, 23: 139-145.

- PRICE, N. O. e W. W. MOSCHLER, 1965. Effect of residual lime in soil on minor elements in plants. J. of Agric. and Food Chemistry, Washington, 13: 163-164.
- PERKIN-ELMER, 1966. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Connecticut, Perkin - Elmer Corp. 45 pp.
- QUINN, L. R. ; G. O. MOTT e W. V. A. BISSHOFF, 1961. Fertilização de pastos de capim colômbio e produção de carne com novilhos zebu. IBEC Res. Inst., São Paulo. Bol. 24, 57 pp.
- QUINN, L. R. ; G. O. MOTT ; W. V. A. BISSHOFF e M. B. JONES, 1965. Beef production of six tropical grasses in Central Brazil. Anais do 9º Congr. Intern. de Pastagens, São Paulo, 2: 1015-1020.
- RAHMAN, M. S. ; J. S. GLADSTONES e N. THURLING, 1974. Effects of soil temperature and phosphorus supply on growth and composition of *Lupinus angustifolius* L. e *L. cosentinii* Guss. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, 2: 885-892.
- REITH, J. W. S. ; R. H. E. IKSON ; A. B. STEWART ; W. HOLMES ; D. S. MACHISKY ; O. REID ; R. G. HEOOLE ; D. CHOUSTON e G. J. F. COPEMAN, 1961. The effects of fertilizers on herbage production. I. The effects of nitrogen, phosphate and potash on yield (with six test-figures). J. Agric. Sci., London, 56: 17-19.
- SARRUGE, J. R. e H. P. HAAG, 1974. Análises Químicas de Plantas. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, 56 p.

- SYME, J. R., 1972. Single plant characters as a measure of fieldplot performance of wheat cultivars. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, 23: 753-760.
- VILLACHICA, H. L. ; E. BORNEMIZA e M. ARCA, 1974. Efecto de la aplicacion de cal, fosforo y zinc en el rendimiento y la concentracion del zinc, manganeso y hierro en el pasto pangola. Turrialba, Turrialba, 24: 132-140.
- WALKER, J. H., 1969. One degree increments in soil temperature affected maize seedling behavior. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, 33: 729-736.
- WALKER, J. H., 1970. Effect of alternating versus constant soil temperatures on maize seedling growth. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, 34: 889-892.
- WERNER, J. C., 1958. Resultados de Calagem em São Paulo: Pastagens. In: VERDADE, F. C. ; H. GARGANTINI ; L. T. MIRANDA. Uso e Aplicação do Calcário. Campinas, I. Agrônômico, pp. 31-44. (Anexo 2).
- WERNER, J. C. ; J. L. QUAGLIATO e D. MARTINELLI, 1967.a. Ensaio de fertilização de colônia com solo da noroeste. Bol. Ind. Anim., São Paulo, 24: 159-167.
- WERNER, J. C. ; J. V. PEDREIRA ; J. L. QUAGLIATO, 1967.b. Ensaio exploratório de fertilização de capim colônia com solo de Sertãozinho. Bol. Ind. Anim., 24: 155-158 (nota previa).
- WERNER, J. C., 1971. Estudos sobre nutrição mineral de alguns tapins tropicais. Piracicaba, ESALQ/USP. 95 p. (Tese de Doutorado).

WERNER, J. C. e H. P. HAAG, 1972. Estudo sobre nutrição mineral de alguns capins tropicais. Bol. Ind. Anim., São Paulo, 29: 191-245.

WERNER, J. C. e H. B. MATTOS, 1972. Estudo de nutrição de capim gordura (*Melinis minutiflora*). Bol. Ind. Anim., São Paulo, 29: 175-184.

WERNER, J. C., 1975. Uso de micronutrientes em pastagens. Anais do 2º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, pp. 87-142.

9 - APÊNDICE

TABELA I - Análise de variância para os pesos de matéria seca, no corte realizado 50 dias após o plantio

Causa da Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	114,7205	114,7205	370,07 **
Micros	1	1,4045	1,4045	4,53 *
NPK x Micros	1	1,5125	1,5125	4,88 *
Blocos	4	0,7000	0,1750	0,56
Resíduo	12	3,7200	0,3100	-
Total	19			

C. V. = 21,21%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA II - Análise de variância para os pesos de matéria seca, no corte realizado com 35 dias de rebrota

Causa da Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	194,6880	194,6880	142,56 **
Micros	1	0,1620	0,1620	0,14
Adubos x Micros	1	3,3620	3,3620	2,91
Blocos	4	3,3370	0,8342	0,72
Resíduo	12	13,8630	1,1552	-
Total	19			

C. V. = 13,99%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA III - Análise de variância para os teores de nitrogênio,
nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	0,1377	0,1377	13,24 **
Micros	1	0,0016	0,0016	0,15
NPK x Micros	1	0,0064	0,0064	0,62
Blocos	4	0,2628	0,0657	6,30 **
Resíduo	12	0,1251	0,0104	-
Total	19			

C. V. = 9,65%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA IV - Análise de variância para os teores de fósforo nos
tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	0,0012	0,0012	6,00 *
Micros	1	0,00008	0,00008	0,40
Adubos x Micros	1	0,0005	0,0005	2,50
Blocos	4	0,0044	0,0011	4,34 *
Resíduo	12	0,0030	0,0002	-
Total	19			

C. V. = 10,92%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA V - Análise de variância para os teores de potássio nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	0,5577	0,5577	33,80 **
Micros	1	0,0460	0,0460	2,79
NPK x Micros	1	0,0012	0,0012	0,07
Blocos	4	0,1141	0,0285	1,73
Resíduo	12	0,1990	0,0165	-
Total	19			

C. V. = 10,51%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA VI - Análise de variância para os teores de cálcio nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	$1,5 \times 10^{-12}$	$1,5 \times 10^{-12}$	5,17
Micros	1	0,0012	0,0012	0,41
NPK x Micros	1	0,0039	0,0039	1,34
Blocos	4	0,0307	0,0076	2,61
Resíduo	12	0,0353	0,0029	-
Total	19			

C. V. = 11,75%

TABELA VII - Análise de variância para os teores de magnésio nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	0,0273	0,0273	6,35 *
Micros	1	0,0057	0,0057	1,32
Adubos x Micros	1	0,0009	0,0009	0,21
Blocos	4	0,0253	0,0063	1,45
Resíduo	12	0,0522	0,0043	-
Total	19			

C. V. = 15,53%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA VIII - Análise de variância para os teores de manganês, nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	261.518,4500	261.518,4500	205,02 **
Micros	1	2.486,4500	2.486,4500	1,95
NPK x Micros	1	7.722,4500	7.722,4500	6,05 *
Blocos	4	17.888,3000	4.472,0750	3,50 *
Resíduo	12	15.275,5750	1.275,5750	-
Total	19			

C. V. = 7,0326%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA IX - Análise de variância para os teores de zinco, nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	6,0500	6,0500	0,33
Micros	1	84,0500	84,0500	4,65 *
NPK x Micros	1	11,2500	11,2500	0,62
Blocos	4	36,7000	9,2750	0,51
Resíduo	12	216,9000	18,0750	-
Total	19			

C. V. = 12,30%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA X - Análise de variância para os teores de cobre, nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	4,5410	4,5410	6,13 *
Micros	1	0,0858	0,0858	0,12
Adubos x Micros	1	0,7411	0,7411	1,00
Blocos	4	11,8522	2,9631	4,00 *
Resíduo	12	8,8922	0,7410	-
Total	19			

C. V. = 13,57%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA XI - Análise de variância para nitrogênio extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	14.177,81	14.177,81	65,38 **
Micros	1	3,44	3,44	0,02
NPK x Micros	1	124,50	124,50	0,57
Blocos	4	409,45	102,36	0,47
Resíduo	12	2.602,17	216,84	-
Total	19			

C. V. = 18,77%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XII - Análise de variância para fósforo extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	559,68	559,68	236,15 **
Micros	1	2,04	2,04	0,86
NPK x Micros	1	20,40	20,40	8,61 *
Blocos	4	582,13	194,04	0,15
Resíduo	12	28,53	2,37	-
Total	19			

C. V. = 13,48%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XIII - Análise de variância para potássio extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	12.216,62	12.216,62	90,15 **
Micros	1	213,20	213,20	1,57
NPK x Micros	1	1.234,02	1.234,02	9,10 *
Blocos	4	150,18	37,54	0,28
Resíduo	12	1.626,33	135,52	-
Total	19			

C. V. = 9,98%

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XIV - Análise de variância para cálcio extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	4.150,08	4.150,08	73,73 **
Micros	1	2,96	2,96	0,05
NPK x Micros	1	5,30	5,30	0,09
Blocos	4	69,00	17,25	0,31
Resíduo	12	675,57	56,29	-
Total	19			

C. V. = 21,27%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XV - Análise de variância para magnésio extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	5.219,18	5.219,68	134,46 **
Micros	1	2,66	2,66	0,07
NPK x Micros	1	51,52	51,52	1,33
Blocos	4	347,22	86,80	2,24
Resíduo	12	465,93	38,82	
Total	19			

C. V. = 18,49

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XVI - Análise de variância para manganês extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	S. M.	F
NPK	1	111.467.532,80	111.467.532,80	150,23 **
Micros	1	421.660,80	421.660,80	0,57
NPK x Micros	1	264.499,99	264.499,99	0,36
Blocos	4	3.043.634,70	760.908,67	1,02
Resíduo	12	8.903.936,90	741.994,74	-
Total	19			

C. V. = 19,84%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XVII - Análise de variância para zinco extraído nos tratamentos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	204.626,45	204.626,45	40,79 **
Micros	1	7.801,25	7.803,25	1,56
NPK x Micros	1	4.774,05	4.774,05	0,95
Blocos	4	11.627,00	2.906,75	0,58
Resíduo	12	60.201,00	5.016,75	-
Total	19			

C. V. = 26,35%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA XVIII - Análise de variância para cobre extraído nos tratamentos colhidos com 35 dias de rebrota

Causa de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
NPK	1	5.152,05	5.152,05	37,58 **
Micros	1	26,45	26,45	0,19
NPK x Micros	1	4,05	4,05	0,03
Blocos	4	682,80	170,70	1,24
Resíduo	12	1.645,20	137,10	-
Total	19			

C. V. = 11,70%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade