

JOAQUIM CARLOS WERNER
ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

**ESTUDOS SÔBRE A NUTRIÇÃO MINERAL
DE ALGUNS CAPINS TROPICAIS**

TESE APRESENTADA À ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
"LUIZ DE QUEIROZ", DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM AGRONOMIA.

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

1 9 7 1

J O A Q U I M C A R L O S W E R N E R

Engenheiro-Agrônomo

ESTUDOS SÔBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DE ALGUNS CAPINS TROPICAIS

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia.

Piracicaba - Estado de São Paulo - Brasil

1 9 7 1

D E D I C A T Ó R I A

À m i n h a e s p o s a ,
que com dedicação, carinho e
compreensão, acompanhou e incenti-
vou o desenrolar da presente tese.

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

Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG, Docente-livre em Química Biológica, pela orientação e dedicação durante as diferentes fases do desenvolvimento desta tese.

Eng^o Agr^o GERALDO LEMIE DA ROCHA, Diretor da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia e Eng^o Agr^o JOSÉ VICENTE SILVEIRA PEDREIRA, Chefe da Seção de Agronomia das Plantas Forrageiras, da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens, pelas facilidades concedidas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro concedido para a realização do trabalho.

Projeto Multinacional de Ciências Agropecuárias pelo financiamento do material de impressão.

À Diretoria da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela acolhida e facilidades concedidas.

Í N D I C E

	pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
3. PRIMEIRA PARTE - OBTENÇÃO DOS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DOS MACRONUTRIENTES, DADOS ANALÍTICOS E DE CRESCIMENTO NOS CAPINS COLONIÃO E JARAGUÁ	17
3.1. Material e Métodos	18
3.1.1. Instalação, tratamentos empregados e desenvol- vimento do ensaio	18
3.1.2. Colheita das plantas	22
3.1.3. Análise química do material	24
3.2. Resultados e Discussão	24
3.2.1. Capim colonião	24
3.2.1.1. Descrição dos sintomas de deficiência dos macronutrientes	24
3.2.1.2. Produção de matéria seca	30
3.2.1.3. Teores dos macronutrientes na matéria seca,...	34
3.2.1.4. Extração dos macronutrientes pelo capim colonião	41
3.2.2. Capim jaraguá	43
3.2.2.1. Descrição dos sintomas de deficiência dos macronutrientes	43
3.2.2.2. Produção de matéria seca	49
3.2.2.3. Teores dos macronutrientes na matéria seca,...	52
3.2.2.4. Extração dos macronutrientes pelo capim jaraguá	56
3.3. Conclusões	58

	pág.
4. SEGUNDA PARTE - EFEITO DE NÍVEIS DE FÓSFORO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA SÔBRE A PRODUÇÃO E OS TEORES DO ELEMENTO EM CAPIM COLONIÃO, GORDURA, JARAGUÁ E NAPIER	61
4.1. Material e Métodos	62
4.1.1. Instalação, tratamentos empregados e desenvolvimento do ensaio	62
4.1.2. Colheita do material	64
4.1.3. Análises químicas do material	65
4.2. Resultados e Discussão	65
4.2.1. Sintomas visuais de deficiência	65
4.2.1.1. Capim Napier	65
4.2.1.2. Capim colonião	67
4.2.1.3. Capim gordura	69
4.2.1.4. Capim jaraguá	70
4.2.2. Efeito dos níveis crescentes de fósforo sôbre a produção	72
4.2.3. Efeito dos níveis crescentes de fósforo sôbre os teores do elemento na planta	77
4.2.4. Efeito dos níveis de fósforo sôbre o perfilhamento	80
4.3. Conclusões	80
5. CONCLUSÕES GERAIS	82
6. RESUMO	84
7. SUMMARY	87
8. LITERATURA CITADA	89

ÍNDICE DE QUADROS

<u>QUADRO:</u>	pag.
I. Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colonião, em g/recipiente, relativa aos tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias de três repetições	31
II. Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colonião, em g/recipiente, relativa aos tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias de três repetições	32
III. <u>Colonião</u> - Teores dos macronutrientes nas três partes da planta, para os tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	35
IV. <u>Colonião</u> - Teores dos macronutrientes nas três partes da planta, para os tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	35
V. Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	41
VI. Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	42

VII.	Produção de matéria sêca (a 70°C) do capim jaraguá, em g/recipiente, dos tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	50
VIII.	Produção de matéria sêca (a 70°C) do capim jaraguá, em g/recipiente, dos tratamentos colhidos 45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	50
IX.	<u>Jaraguá</u> - Teores dos macronutrientes para os tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	53
X.	<u>Jaraguá</u> - Teores dos macronutrientes, para os tratamentos colhidos 45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	53
XI.	Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim jaraguá, para os tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	57
XII.	Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim jaraguá, para os tratamentos colhidos 45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições	57
XIII.	Capins colômbio, gordura e jaraguá - Produção de matéria sêca (a 70°C) da parte aérea (em g/recipiente), P ₂ O ₅ na matéria sêca a 70°C, peso sêco das raízes (em g/recipiente) e número de perfilhos por recipiente. Médias das três repetições	73

- XIV. Capim Napier - Produção de matéria seca (a 70°C) da parte aérea (em g/recipiente), P% na matéria seca a 70°C, peso seco das raízes (em g/recipiente) e número de perfilhos por recipiente. Médias de quatro repetições 74
- XV. Teores de fósforo solúvel em ácido acético a 2%, expressos em ppm na matéria seca a 70°C, encontrados nos capins colômbio, gordura e jaraguá (média de três repetições) e no capim Napier (média de quatro repetições) 79

1. INTRODUÇÃO

A pecuária, nestes últimos anos, tem representado parcela de grande destaque na economia paulista. Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura, citados por VANNI (1969); a carne bovina, em 1968, foi o produto da agropecuária paulista que apresentou a maior renda bruta, @ \$ 470.800.000,00, seguindo-se a cana-de-açúcar com @ \$ 461.700.000,00 e vindo em terceiro lugar outro produto da pecuária, o leite, com @ \$ 389.600.000,00. O café beneficiado, produto que por muito tempo ocupou o primeiro lugar, situou-se em quarto lugar com @ \$ 276.000.000,00 e o milho em quinto com @ \$ 265.200.000,00.

Segundo ROCHA & MARTINELLI (1960), o Estado de São Paulo acha-se em 35,90% recoberto por espécies forrageiras de pastos artificiais e mais 12,06% de campos com espécies nativas. Entre os capins cultivados, o gordura ocupa maior área, com 13,54% seguindo-se o colônião com 11,22%, o jaraguá com 9,8% e os outros pastos com 1,3%. Segundo, ainda, estes autores "o gordura ocorre com predominância no Vale do Paraíba, em regiões limítrofes com o Estado de Minas Gerais e na área centro-sul. O colônião domina quase que totalmente na Noroeste do Estado iniciando-se na linha divisória com o Estado do Paraná, abrangendo os grandes grupos de solo do Bauru superior e inferior e da mistura destes; sua expansão se dá na área centro-norte, com tendência de substituição do jaraguá na terra-roxa. O jaraguá ocorre na região norte de São Paulo, nos limites com Minas Gerais, descendo para o centro em forma de um triângulo, cujos lados se encontram no centro do estado".

Atualmente, está se difundindo entre os pecuaristas, o plantio dos capins Napier e Pangola, alterando a percentagem de distribui-

ção de áreas dadas pelos autores precedentes.

A formação das pastagens, entretanto, foi quase sempre relegada às terras cansadas e de baixa fertilidade, refletindo-se no desenvolvimento lento dos capins, apresentando teores inadequados de certos nutrientes, que por sua vez conduzem a uma nutrição deficiente nos animais. Mesmo as pastagens formadas inicialmente em solos de fertilidade mais elevada, como é o caso da maioria das pastagens de colônia na Noroeste do Estado de São Paulo, depois de alguns anos de uso sem os devidos cuidados para a manutenção de sua fertilidade, entram em decadência, sendo invadidas por grama Batatais e outras plantas indesejáveis.

Dentre os nutrientes, o fósforo é um dos mais ativos para a nutrição das plantas forrageiras e também para os animais. Sendo baixo o seu teor no solo, a produção dos pastos é grandemente diminuída e o seu teor na forragem apresenta-se deficiente, acarretando graves consequências para a nutrição mineral das pastagens, assim como na dos animais. De uma maneira geral, os solos do Brasil são pobres em fósforo e MALAVOLTA et alii (1962) afirmam que a sua falta no Brasil, é provavelmente a maior causa de colheitas pobres. De ALBA (1961) afirma que quase todas as zonas pastoris do mundo produzem forragens em que são frequentes teores baixos de fósforo (inferiores a 0,15% na matéria seca), para satisfazer as exigências dos bovinos em pastoreio.

O mesmo autor, considera os teores mencionados para o fósforo (0,15%) como adequados para o cálcio. Para o magnésio considera um teor de 0,05% como requisito mínimo na dieta dos bovinos e acrescenta que o animal em pastoreio raramente sofre carência de cálcio ou de magnésio.

Quanto ao nitrogênio, JARDIM et alii (1962a) consideram defi-

cientes em proteína bruta as pastagens com menos de 8% dêsse constituinte na matéria seca. De ALBA (1961a) admite que os requisitos de proteína digestível são considerados adequados para animais em crescimento ou produção, se ultrapassam 6%. Mas acrescenta que essa condição não é preenchida senão por algumas leguminosas forrageiras ou gramineas muito tenras e que os pastos tropicais estão em séria desvantagem neste sentido.

Nem sempre os teores de um nutriente, considerados adequados para a nutrição animal, são suficientes para o bom desenvolvimento e adequada produção da planta forrageira. Por outro lado, os nutrientes podem achar-se em concentração suficiente na planta forrageira, para o seu desenvolvimento, mas abaixo dos teores considerados adequados para a nutrição animal. Estudos dos nutrientes em forrageiras de clima tropical, com a finalidade de se verificar se seus teores estão preenchendo as exigências dos animais, têm sido frequentes. Porém, são escassos os trabalhos existentes com a finalidade de se estudar as exigências nutricionais de tais forrageiras.

O presente trabalho visa:

Na primeira parte:

1) Obter um quadro sintomatológico das deficiências dos macronutrientes para os capins colônia (Panicum maximum Jacq.) e jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees.), Stapf.).

2) Aquilatar o efeito da presença e da omissão dos macronutrientes sobre o crescimento dos capins acima.

3) Obter dados analíticos de plantas adequada e inadequadamente nutridas.

Na segunda parte:

Verificar o efeito de níveis crescentes de fósforo no desenvolvimento, produção e no teor do elemento, em quatro capins tropicais (colonião, gordura, jaraguá e Napier), cultivados em solução nutritiva.

* * *

2. REVISÃO DA LITERATURA

Existem trabalhos nos quais se determinaram os teores de alguns macronutrientes em forrageiras tropicais, com a finalidade de se verificar se tais teores preenchem os requisitos nutricionais dos bovinos. Dentre estes podemos destacar os que se seguem:

KOK, MACHADO & ROCHA (1946) em trabalho sobre determinação do valor nutritivo de plantas forrageiras, encontraram, para o capim colômbio com diferentes idades, teores decrescentes de proteína digestível e de cinzas, à medida que aumentava o período vegetativo.

Os dados de proteína digestível para o capim catingueiro roxo (Melinis minutiflora) encontrados no trabalho de ROCHA et alii (1951) também mostram que este constituinte decresce com o aumento do estágio de maturação da planta.

JARDIM, MORAIS & PEIXOTO (1952) e (1953) encontraram teores extremamente baixos de fósforo em capim jaraguá cultivado em terra roxa de baixada, no município de Piracicaba, e colhido em diversos estágios de desenvolvimento: novo 0,20% (na matéria seca); em plena floração 0,07% (na matéria seca); produzindo sementes 0,07% (na matéria seca); fenado antes da floração, com 60 cm de altura 0,20% (na matéria seca).

FRENCH & CHAPARRO (1960) estudando a composição química de diversos pastos da Venezuela, durante a estação seca, encontraram para o "pasto Guinea" (Panicum maximum Jacq.) teores de proteína bruta que flutuavam entre 4,3 e 10,5% na matéria seca. O conteúdo de cálcio variava de 0,13 a 0,47%, sendo que apenas duas amostras apresentavam teores deficientes para a nutrição animal (abaixo de 0,15%). Os teores

de fósforo, entretanto, na maioria das amostras, estavam deficientes à nutrição animal. Os teores de magnésio foram altos e os de potássio, embora bastante variáveis, não chegaram a ser deficientes. Para o capim jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees.), Stapf.), os teores de proteína bruta eram extremamente baixos (1,4 a 7,3%), o mesmo acontecendo com o conteúdo de fósforo, que variou de 0,02 a 0,11 (na matéria seca). Os teores de cálcio oscilaram de 0,18 a 0,42%; os de magnésio estavam compreendidos entre 0,18 e 0,46% e os de potássio entre 0,22 e 0,87%. Os autores ressaltaram o pobre valor nutritivo do jaraguá em estado maduro.

GAVILLON (1961) em levantamento da composição mineral das pastagens do Rio Grande do Sul, constatou deficiências de cálcio e de fósforo em pastagens nativas de diversas regiões daquele Estado.

JARDIM, PEIXOTO & MORAIS (1962) estudando a composição mineral de pastagens de colonião e de jaraguá na região de Barretos, Estado de São Paulo, encontraram que o teor de proteína daquelas pastagens era satisfatório para bovinos de engorda, pois que, somente uma amostra de capim jaraguá apresentou menos de 7,5% de proteína bruta, enquanto a maioria estava acima de 9,0%. Não foi observado também um único caso de deficiência de cálcio, sendo de 0,23% o mais baixo teor encontrado. Os teores de fósforo das referidas pastagens, entretanto, estavam no limiar do limite de carência para bovinos adultos e eram insuficientes para reprodutores e animais em crescimento, pois giravam em torno de 0,15%.

JARDIM, PEIXOTO & MORAIS (1962a), analisando também amostras coletadas de pastagens nativas do Pantanal de Mato Grosso, constataram deficiências de fósforo na maioria dos casos, enquanto que o cálcio não mostrou praticamente nenhum teor deficiente, pois tôdas as amostras

tras, das diversas forrageiras e procedências, estavam sempre com 0,20% ou mais do elemento na matéria seca. O teor de proteína das forrageiras analisadas foi, na maioria das amostras, superior a 8,0% da matéria seca.

GAVIDLON & THEREZA QUADROS (1969) estudando as variações no teor de potássio nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul, em função da estação do ano e da altura de manejo do pasto, encontraram que os teores de potássio eram sempre suficientes para a nutrição animal (superiores a 0,6% na matéria seca). Porém, quanto às exigências das plantas analisadas acrescentam: "Várias regiões apresentaram valores inferiores aos requisitos mesmo das espécies forrageiras menos exigentes (teores menores que 1,0% na matéria seca) e portanto, indicativos de que qualquer melhoria nas mesmas deverá ser acompanhada de adubação potássica

Em outra série de trabalhos os autores procuraram dosar o teor de alguns elementos, principalmente cálcio e fósforo, no sangue de bovinos, a fim de avaliar o estado nutricional dos animais.

Assim é que GIOVINE (1943) citado por JARDIM et alii (1962a), dosando o sangue de bovinos provenientes de regiões de solos fracos do Estado de Minas Gerais, constatou uma sensível baixa do teor de fósforo do sangue, mantendo-se o cálcio nos seus limites normais ou pouco diminuído.

MENICUCCI SOBRINHO (1943) citado também por JARDIM et alii (1962a), no Estado de Minas Gerais, analisando também amostras de sangue de 98 bovinos, constatou que apenas 22% deles tinham o teor de fósforo normal (acima de 4 mg/ml de plasma), concluindo que essa condição era um reflexo direto da pobreza em fósforo do solo e das forrageiras onde os bovinos pastavam.

VILLARES & TEIXEIRA DA SILVA (1956) em levantamento do índice de fósforo inorgânico no sangue de vacas Guzerá, na Fazenda Experimental de Criação do Departamento da Produção Animal em Sertãozinho, São Paulo, constataram oscilações do teor de fósforo no sangue, que coincidem com a curva de precipitação pluviométrica; os períodos de carência correspondendo à estação seca de inverno, e os de normalidade à estação das chuvas. As vacas em lactação sofriam carência de fósforo tanto na estação seca como na chuvosa.

CHICCO & FRENCH (1959) realizaram um levantamento sobre deficiências de cálcio e fósforo em animais das regiões pecuárias do centro e do oriente da Venezuela, e constataram que 21,1% dos animais amostrados tinham teores deficientes de fósforo no sangue (teores menores que 3,5 mg por 100 ml de sêro). Quanto ao cálcio, apenas 9,7% dos animais amostrados estavam com teores deficientes (teores menores que 8 mg por 100 ml de sêro). "Pasto Guinea" (Panicum maximum Jacq.), "pasto yaraguá" (Hyparrhenia rufa (Nees.) Stapf.), "pasto Para" (Panicum purpuracens Raddi) e "pasto Pangola" (Digitaria decumbens Stent.) são segundo FRENCH & CHAPARRO (1960) os pastos mais comuns nas zonas onde foi feito o referido levantamento.

SUTMULLER et alii (1966) realizaram importante levantamento sobre desequilíbrios minerais no gado do vale Amazônico. Parte deste levantamento consistiu na dosagem dos teores de fósforo, cálcio e magnésio no sangue e potássio e sódio na urina, de grupos de 10 animais por propriedade, além da realização de estudos de reconhecimento do solo e análise de amostras dos mesmos, nas áreas pesquisadas. Encontraram êles, anormalidades na proporção Ca/P/Mg do sêro de animais que pastavam nos solos de terras firmes não sujeitas a alagamento, enquanto que na maioria dos solos de várzeas, sujeitas a inundações periódicas

com águas fluviais esta proporção era normal. A deficiência de fósforo era geral em animais que pastavam durante longos períodos em solos de terras firmes altas e baixas, mas não sujeitas a inundações. Esta deficiência se agravava com a secagem das pastagens. Verificaram também, pela análise da urina, que a ingestão de potássio era muito baixa em animais que pastavam em solos de terras firmes altas ou baixas, não sujeitas a inundação. O suprimento desse elemento estava nitidamente relacionado com a quantidade absoluta de potássio permutável do solo: abaixo de cerca de 0,20 m.eq. de K^+ por 100 g de solo, o suprimento de potássio era geralmente muito baixo.

Em vários trabalhos procura-se verificar-se o efeito da adubação com macronutrientes sobre a produção das plantas forrageiras, quer medindo-se o aumento de produção de matéria seca (ensaios de vasos e de canteiros) quer medindo-se os ganhos de peso dos bovinos nos pastos (ensaios de pastoreio), alguns destes ensaios tendo também por finalidade avaliar as condições de fertilidade dos solos para uma melhor produção dos pastos neles cultivados.

Trabalhos para conhecer-se a nutrição mineral e exigências das principais gramíneas forrageiras tropicais, entretanto, são mais escassos.

Assim é que McCLUNG et alii (1958), estudando em casa de vegetação, diversos solos de campos cerrados de São Paulo e Goiás e usando como plantas indicadoras, capim jaraguá, capim pangola e soja, relatam que "... a cultura em vasos permitiu verificar uma acentuada deficiência em fósforo nas amostras estudadas, assim como um menor crescimento do capim que não recebeu nitrogênio. A produção foi também menor em todos os quatro solos de Goiás, quando se omitiram, num tratamento, enxofre, cobre, zinco, ferro, boro e molibdênio". Não encontraram res-

posta a calagem.

LITTLE, VICENTE-CHANDLER & ABRUÑA (1959) em Porto Rico, estudaram, em ensaio de parcelas, o efeito de níveis crescentes de adubação nitrogenada nos capins Napier, colonião e pangola em condições que favoreciam a máxima produtividade (com irrigação e com adubação farta dos outros elementos). Napier e colonião responderam grandemente em produção de matéria seca, com aplicações de até 800 kg de N/ha/ano. Enquanto que o pangola só respondeu apreciavelmente até 200 kg/ha. O conteúdo de proteína de todos os três capins aumentou com a fertilização nitrogenada até 1.600 kg de N/ha/ano, atingindo neste nível de adubação, teores próximos de 12,0%. O intervalo entre cortes era de 50-60 dias. Com intervalos melhores o teor de proteína poderia ser muito mais alto embora a produção decresça. Neste sentido OAKES (1966) nas Ilhas Virgens, estudando o efeito da adubação nitrogenada e a frequência de corte na composição química do capim colonião, observou que a produção de forragem aumentava e o teor de proteína decrescia com o aumento do intervalo entre cortes. Com intervalo de 2 meses o teor de proteína foi de 6,52%; com 3 meses 5,19% e com 6 meses apenas 4,21% (na matéria seca). Segundo este autor, o nitrogênio aplicado foi utilizado largamente no aumento de produção de matéria seca, já que o conteúdo de proteína na mesma não aumentou quase nada com a adubação nitrogenada.

BRADSHAW et alii (1960) estudaram no cultivo em areia, o efeito de níveis de fósforo sobre oito gramíneas forrageiras de clima temperado. Concluíram que as espécies testadas, reagiram diferentemente com doses crescentes de fósforo, sendo umas mais, outras menos exigentes quanto a este elemento.

QUINN, MOTT & BISSCHOFF (1961) em ensaio de pastoreio com capim colonião na zona da Noroeste do Estado de São Paulo, obtiveram gran-

dês aumentos na produção de carne por hectare, quando se aplicava nitrogênio e fósforo às pastagens de colonião. Com pesadas doses de nitrogênio, aparecia também, deficiência de enxôfre nos pastos que não recebiam adubação dêste elemento.

QUINN et alii (1965) estudando ainda, no município de Matão, Estado de São Paulo, o efeito da adubação nitrogenada em seis gramíneas tropicais (capins colonião, colonião de Tanganica, Pangola, gordura, jaraguá e grama Coastal Bermuda), obtiveram grandes aumentos de produção de carne por hectare em todos os seis capins testados.

VICENTE-CHANDLER et alii (1962) em Porto Rico estudaram em ensaio de parcelas e durante 3 anos, o efeito da adubação potássica nos capins colonião, Napier, Pará e Pangola, intensamente manejados e sob condições tropicais húmidas. As produções de todos os capins, exceto o Pangola, aumentaram abruptamente com doses de potássio até 400kg/ha, e mais gradualmente com aplicações maiores que esta dose. O conteúdo de K^+ trocável do solo foi mantido quando 800 kg/ha de potássio foi aplicado anualmente; mas decresceu na proporção de cêrca de 65 kg/ha/ano onde não foi aplicada adubação potássica. O conteúdo de potássio da forragem aumentou progressivamente com o aumento das doses de adubação potássica. Um conteúdo de 1,5-2,0% de potássio segundo os autores, foi associado com altas produções dos capins estudados. Os teores de proteína, cálcio e fósforo das forragens decresceu ligeiramente e o de magnésio mais acentuadamente com o aumento da adubação potássica.

HAAG et alii (1965) realizaram um trabalho sôbre a nutrição mineral do capim Napier cultivado em solução nutritiva. Descrevem os sintomas visuais de deficiência para nitrogênio, fósforo, potássio e enxôfre. Não constatarem sintomas visuais de deficiência de cálcio e magnésio nas plantas cultivadas sob carência dêsses dois elementos. Os

autores dosaram os teores dos macronutrientes presentes em plantas normais e em plantas deficientes de cada um dos macronutrientes, bem como os teores de proteína, fibra, graxa e umidade, para verificar os efeitos da carência dos diversos macronutrientes sobre os teores daqueles constituintes.

JOHNSON et alii (1965) estudaram, nas Filipinas, o valor do capim colômbio para alimentação do gado nos trópicos durante a estação úmida. O conteúdo de matéria seca da forragem verde permaneceu quase constante (20 a 22%) durante os primeiros 60 dias de seu crescimento, enquanto o conteúdo de proteína crua decresceu de cerca de 10,0% aos 20 dias para cerca de 6,5% aos 60 dias.

AWAN (1965) em Honduras, realizou um experimento para estudar os efeitos de quatro doses de nitrogênio e duas doses de fósforo + potássio, sobre a produção de matéria seca e os conteúdos de proteína e de fósforo do capim jaraguá (Hyparrhenia rufa), de um pasto antigo. Obteve aumentos significativos de produção de matéria seca separadamente para nitrogênio e fósforo + potássio. Aumento maior, entretanto, se observou quando nitrogênio e fósforo + potássio foram aplicados juntamente. O conteúdo de proteína do pasto aumentou grandemente com a adubação nitrogenada (1,36% de nitrogênio na testemunha e 1,61; 1,90 e 2,81% respectivamente com 40, 80 e 120 kg de N/ha). Enquanto que a aplicação de 80 kg de P_2O_5 /ha mais que duplicou o conteúdo de fósforo do pasto (0,15 e 0,39% de fósforo respectivamente para os pastos sem e com adubação fosfatada).

PEDREIRA et alii (1965) estudaram em ensaio de canteiros, em Itapetininga, no Sul do Estado de São Paulo, dez gramíneas forrageiras e duas leguminosas, em condições naturais de fertilidade e com adubação completa (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, calagem, boro,

zinco, cobre, ferro e moliibdênio). Observaram que o aumento de produção devido à adubação, variou de espécie para espécie, sendo de duas vezes para o capim Guatemala e 11,9 vezes para a Suwannee Bermuda, com índices de aumento intermediários para os demais.

WERNER, QUAGLIATO & MARTINELLI (1967), estudando, em ensaio de vasos, solo de um pasto decadente do município de Andradina situado na região Noroeste do Estado de São Paulo, constataram que o fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento do capim colônião, seguindo-se o nitrogênio e depois o enxofre. Os tratamentos menos potássio, menos calagem e menos micronutrientes tiveram produções semelhantes ao tratamento completo.

WERNER, PEDREIRA & QUAGLIATO (1967), coletaram para estudos, solo de um experimento de pastoreio de LIMA et alii (1965/66), localizado na Fazenda Experimental de Criação de Sertãozinho, no qual se testava o efeito da adubação nitrogenada em quatro gramíneas (colônião, Pangola, Napier e Suwannee Bermuda). Os resultados não apresentavam as diferenças esperadas entre as pastagens adubadas com 200 kg de N/ha/ano e as não adubadas. Nos ensaios de vasos com o capim colônião, constatou-se grande deficiência de fósforo e resposta ao nitrogênio apenas quando em presença de fósforo. O potássio sozinho não produziu nenhum aumento, mas em presença de nitrogênio e fósforo melhorava a resposta do colônião a estes dois elementos.

HAAG, BOSE & ANDRADE (1967) determinaram a marcha de absorção dos macronutrientes pelos capins colônião, gordura, jaraguá, Napier e Pangola, até os 84 dias de crescimento e em condições adequadas de fertilização, com amostragens cada 28 dias. Potássio e nitrogênio são absorvidos em maior quantidade que cálcio, fósforo, magnésio e enxofre. Os dados deste trabalho mostram a grande influência da idade sobre a

composição química das plantas. Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre decresceram à medida que as plantas caminharam para a maturidade. Os teores de cálcio aumentaram e os de magnésio não mostraram uma tendência definida. Os teores de nitrogênio eram suficientes para a nutrição animal em todos os capins, apenas até os primeiros 28 dias. Com 56 dias, apenas o colonião e o gordura estavam com teores satisfatórios para a nutrição animal e com 84 dias nenhum. Os teores de fósforo embora decrescessem com a idade, não chegaram, até os 84 dias, a cair a níveis deficientes em nenhum dos capins, pois estavam em redor de 0,30% aos 28 dias, baixando para perto dos 0,23% aos 56 dias e para em torno de 0,20% aos 84 dias. Os teores de cálcio, sob o ponto de vista da nutrição animal, estiveram elevados para todos os cinco capins, até aos 84 dias de idade da planta. Quanto aos teores de magnésio, os autores ressaltam que, admitindo-se o teor de 0,1% como taxa necessária à nutrição animal, o capim Napier esteve bem próximo deste limite, os demais estando com teores mais altos. Ressaltaram também o elevado teor de potássio, principalmente no capim Napier, sendo este o macronutriente que se apresentou em concentração mais elevada.

ZUNIGA et alii (1967), em Viçosa, Minas Gerais, determinaram o conteúdo mineral de treze gramíneas para corte (entre elas estando o colonião e o Napier) cultivadas em parcelas, sem e com adubação (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e cálcio). Os cortes foram baseados em estádios fenológicos dos diferentes capins, que foram colhidos antes do início da floração. Concluíram que a maioria das espécies, naquele estágio de desenvolvimento, mostrou deficiência de fósforo (teores menores que 0,18% na matéria seca segundo os autores), inclusive nas parcelas adubadas. Entretanto, não constataram deficiência nos ou

tros elementos dosados (cálcio, potássio, boro, zinco e cobalto).

GOMIDE et alii (1969) em trabalho realizado em Viçosa, Minas Gerais, sobre o efeito da idade da planta e da fertilização nitrogenada no valor nutricional de seis capins tropicais (Melinis minutiflora Pal de Beauv.; Digitaria decumbens Stent.; Pennisetum purpureum Schum., Cynodon dactylon Pers.; Pennisetum clandestinum Hochst. e Panicum maximum Jacq. var. Gongylodes Doell.), constataram que o teor de proteína bruta foi significativamente diferente entre as espécies estudadas e que decrescia com o avanço da idade da planta. A adubação nitrogenada aumentava notadamente o teor de proteína bruta da forragem, sendo este aumento mais acentuado quando as plantas eram colhidas com menor idade.

GOMIDE et alii (1969a) ainda no mesmo trabalho referido atrás, procuraram verificar o efeito da adubação nitrogenada e da idade da planta sobre a variação dos teores de minerais (potássio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, manganês, ferro e zinco) nos seis capins estudados, através da dosagem destes elementos na matéria seca. Para os teores de potássio, os autores constataram que houve um decréscimo do seu conteúdo com o avanço da idade da planta. A mais alta percentagem de potássio encontrada foi de 2,39% para o capim Napier com quatro semanas (o menor período de crescimento estudado). Com 36 semanas (o maior período de crescimento estudado) o conteúdo de potássio deste capim foi de 0,24% e comparável ao dos outros capins, com exceção do kikuiu que manteve um alto conteúdo de potássio nesta idade (0,54%), mostrando a menor variação com o avanço da idade.

Quanto aos teores de fósforo, encontraram diferença entre capins, entre anos (o trabalho durou dois anos) e entre idade da planta. O conteúdo de fósforo era mais alto quando a planta estava mais nova

(4 semanas) e decrescia com o seu envelhecimento. O Napier teve o mais alto teor inicial de fósforo (0,33%) e foi o que teve decréscimo mais rápido com o aumento da idade (0,08% com 36 semanas). Os capins kikuiu e gordura foram os que apresentaram tendência de conservar os teores mais elevados de fósforo com o aumento da idade. Os teores mais elevados de fósforo no 1º ano (0,17% como média geral para todos os capins), que no 2º ano (0,15%) são, segundo os autores, devido à aplicação de adubo fosfatado apenas no início do experimento. A adubação nitrogenada não influenciou no teor de fósforo das plantas.

Os teores de cálcio tiveram uma tendência de decréscimo com a idade da planta, para os capins Napier e kikuiu, mas para os outros quatro capins não mudaram ou não tiveram uma tendência definida de mudança.

Quanto ao magnésio, seus teores nos capins gordura e kikuiu tenderam a decrescer com a idade da planta, mas para os outros capins não foi observada tendência definida.

* * *

3. P R I M E I R A P A R T E

Obtenção dos Sintomas de deficiência dos
macronutrientes, dados analíticos e de
crescimento nos capins colônia e jaraguá.

3.1. Material e Métodos

3.1.1. Instalação, tratamentos empregados e desenvolvimento do ensaio.

Em casa de vegetação, sementes dos capins colônião (Panicum maximum Jacq.) e jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees), Stapf.) foram postas a germinar em vermiculita, em épocas distintas. Irrigou-se até umedecimento, com solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON(1950), diluída a 1/10 da concentração original.

Quando as mudinhas atingiram 15 cm de altura, foram transplantadas para recipientes de folha de zinco retangulares (40 cm de comprimento por 30 cm de largura por 10 cm de altura), pintadas internamente com uma camada de neutrol 45* e com capacidade para aproximadamente 20 kg de sílica cada uma. Estes recipientes continham um orifício na parte inferior de uma das extremidades laterais, através do qual foram adaptados tubos plásticos que drenavam o excesso da solução nutritiva para vidros coletores escuros, de um litro de capacidade.

Duas vezes ao dia irrigavam-se as plantas com o conteúdo dos vidros coletores e quando o volume da solução dos vidros baixava à metade, era completado com água destilada. Até as plantas atingirem um determinado desenvolvimento (início do perfilhamento), foi aplicada para todos os tratamentos, solução completa de HOAGLAND & ARNON(1950) modificada quanto ao fornecimento de ferro e diluída da seguinte maneira: no dia do transplante começou-se aplicando a solução completa, diluída à concentração de 1/10, e de três em três dias acrescentava-se à mais 1/10 da solução completa para se ir aumentando a concentração medida que as plantas iam crescendo.

* Otto Baumgart Indústria e Comércio, São Paulo.

O colônião foi semeado em 29/1/69 e transplantado em 13/2/69, utilizando-se seis plantas por recipiente. Quinze dias após o transplante, desprezou-se o conteúdo de todos os vidros coletores, passaram-se três águas destiladas nos recipientes contendo as plantas, para lavagem da solução completa retida entre as partículas de sílica, iniciando-se então a aplicação dos tratamentos para a obtenção das deficiências.

Os tratamentos empregados e os sais utilizados para o preparo das soluções "stock", bem como a quantidade das mesmas, usadas para o preparo das soluções nutritivas na concentração original de HOAGLAND & ARNON (1950) são mostrados a seguir:

<u>TRATAMENTO</u>	<u>Solução Stock</u>	<u>ml. de sol. stock/litro de solução nutritiva</u>
Completo	KH_2PO_4 M	1
	KNO_3 M	5
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	5
	MgSO_4 M	2
Omissão de Nitrogênio	K_2SO_4 0,5M	5
	MgSO_4 M	2
	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,05M	10
	CaSO_4 0,01M	200
Omissão de Fósforo	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	4
	MgSO_4 M	2
	KNO_3 M	6

cont. ...

continuação ...

<u>TRATAMENTO</u>	<u>Solução Stock</u>	<u>ml. de sol. stock/litro</u> <u>de solução nutritiva</u>
Omissão de Potássio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	5
	MgSO_4 M	2
	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,05M	10
Omissão de Cálcio	KNO_3 M	5
	MgSO_4 M	2
	KH_2PO_4 M	1
Omissão de Magnésio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	4
	KNO_3 M	6
	KH_2PO_4 M	1
	K_2SO_4 0,5M	3
Omissão de Enxôfre	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	4
	KNO_3 M	6
	KH_2PO_4 M	1
	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ M	2

Para cada litro de solução nutritiva, em todos os tratamentos, adicionou-se 1 ml da solução de micronutrientes como se segue:

<u>S A I S</u>	<u>Grama/litro de água destilada</u>
H_3BO_3	2,86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	1,81
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,22
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,08
$H_2MoO_4 \cdot H_2O$	0,02

O ferro foi usado como Fe-EDTA, preparado de acôrdo com HAAG (1968) da seguinte maneira:

a) Pesou-se 33,2g de EDTA $2 \cdot Na \cdot 2H_2O$ e dissolveu-se em aproximadamente 500 ml de água desmineralizada, com 89 ml de NaOH 1N.

b) Dissolveu-se 24,9g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ em água desmineralizada e adicionou-se à solução a. Completou-se o volume a 950 ml e arejou-se durante uma noite (12 horas) em frasco escuro. Completou-se o volume a 1.000 ml e guardou-se ao abrigo da luz. Usou-se 1 ml/litro de solução nutritiva.

O delineamento experimental, para o colônio, foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento, à exceção do completo que tinha seis repetições. Começou-se aplicando, também, as soluções deficientes na concentração de 1/10 da original de HOAGLAND & ARNON (1950, op.cit.) e cada três dias acrescentava-se mais 1/10 de cada solução original. Ao final do ensaio a concentração das soluções era de 2/3 da concentração original de HOAGLAND & ARNON. Semanalmente acrescentava-se, além da quantidade contida na respectiva solução, 1 ml de Fe-EDTA para se evitar deficiência de Ferro.

O capim jaraguá foi semeado na vermiculita em 19/8/69 e trans

plantado para a sílica em 26/9/69 (também seis plantinhas por recipiente). Aplicou-se solução completa de HOAGLAND & ARNON, diluída como para o colônio, até o início do perfilhamento (7/11/69). Nesta data foram também desprezadas as soluções dos frascos coletores, passadas três águas destiladas nos recipientes contendo as plantas e iniciada a aplicação dos tratamentos para a obtenção das deficiências. Procedeu-se da mesma maneira descrita para o colônio. No tratamento em que se omitiu o enxôfre, o ferro foi aplicado como citrato em vez de quelato, a partir do início da aplicação das soluções deficientes.

O capim jaraguá, no início da aplicação das soluções deficientes apresentava bastante variação de desenvolvimento entre os recipientes. Então agruparam-se as plantas em três blocos. O primeiro, contendo os recipientes com as plantas mais desenvolvidas; o segundo com aqueles contendo plantas de desenvolvimento intermediário e o terceiro, contendo os recipientes com as plantas menos desenvolvidas. Cada um destes blocos incluiu todos os tratamentos, sorteados ao acaso. O tratamento completo teve, também para o jaraguá, seis repetições.

3.1.2. Colheita das plantas

Procedeu-se à colheita das plantas quando os sintomas visuais de deficiência de cada macronutriente se mostraram acentuados. Para o capim colônio os tratamentos que primeiro mostraram os sintomas de deficiência foram respectivamente: Omissão de nitrogênio, Omissão de potássio e Omissão de cálcio, os quais foram colhidos, juntamente com três repetições do tratamento completo, 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Os tratamentos Omissão de fósforo, Omissão de magnésio e Omissão de enxôfre foram colhidos nove dias depois (42 dias após o início da aplicação das respectivas soluções deficientes).

tes), juntamente com as outras três repetições do tratamento completo. Nesta ocasião o colônião já estava com colmos bastante alongados para o início de florescimento.

No capim jaraguá, os tratamentos: Omissão de nitrogênio, Omissão de fósforo e Omissão de potássio foram, respectivamente, os primeiros a apresentarem sintomas de deficiência, sendo colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes, juntamente com três repetições do tratamento completo. Dez dias após, foram colhidos os tratamentos deficientes respectivamente em cálcio, magnésio e enxôfre, juntamente com as outras três repetições do tratamento completo.

Antes da colheita, foi feita a descrição dos sintomas visuais das deficiências e fotografados.

No momento da colheita dividiram-se as plantas de cada recipiente, em três partes: a) "fôlhas novas", constituídas das lâminas das duas fôlhas mais novas e completamente expandidas (com a lígula visível) e das fôlhas em aparecimento; b) "fôlhas velhas", constituídas pelas lâminas das fôlhas que restavam em cada perfilho, após retiradas as "fôlhas novas"; e, c) "colmos", constituídos do colmo propriamente dito, de cada perfilho e as bainhas das fôlhas de a e b. Pesaram-se as três partes separadamente e colocaram-se a secar em sacos de papel, em estufa a 70°C. Depois de seco, o material foi novamente pesado, moído em moinho Wiley e acondicionado em vidros convenientemente arrolhados, para posterior análise química.

As raízes foram lavadas e postas a secar em estufa a 70°C e depois de secas, pesadas, para comparação do efeito dos tratamentos sobre o peso desta parte da planta.

3.1.3. Análise química do material

Cada macronutriente foi analisado apenas no tratamento em que êle foi omitido e nas três repetições do tratamento completo colhidas simultâneamente.

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, Cálcio e Magnésio - Foram determinados seguindo-se a técnica de espectrofotometria de absorção atômica - PERKIN-ELMER (1966).
- d) Enxôfre - Método Gravimétrico do bário, segundo TOTH et alii (1948).

3.2. Resultados e Discussão

3.2.1. Capim colônia

3.2.1.1. Descrição dos sintomas de deficiência dos macronutrientes.

Nitrogênio - Foi o primeiro elemento a mostrar os sintomas visuais de deficiência. Oito dias após o início da aplicação das soluções deficientes, já se notava o efeito de sua ausência pelo menor desenvolvimento das plantas e sintomas visuais que se traduziam por uma coloração verde-pálida das folhas mais novas; amarelecimento das folhas quatro e cinco, algumas já com secamento intenso da ponta para a base, e sextas folhas completamente secas. Ao passo que no tratamento

completo as quintas fôlhas estavam ainda com a coloração verde normal e as fôlhas de número seis apenas começando a amarelecer para secar, seguindo a evolução normal de uma planta sadia.

No dia do corte, as plantas do tratamento deficiente em nitrogênio apresentavam os seguintes sintomas:

Desenvolvimento bem menor que no tratamento completo, com perfilhamento quase nulo. Coloração geral das plantas, de um verde pálido amarelado, típico de deficiência de nitrogênio. Fôlhas mais velhas apresentando secamento que se inicia nas pontas, caminhando para as bases, sendo o secamento mais prolongado na nervura central. Fôlhas mais novas, de coloração verde-pálida. Côlmos curtos e sem alongação, o qual já estava bastante acentuado nas plantas do tratamento completo (fig. 1).

Cálcio - Depois do nitrogênio, o cálcio foi, para o colônio o segundo elemento a apresentar sintomas visuais de deficiência. Estes se caracterizaram inicialmente, por um desenvolvimento um pouco menor e coloração geral das plantas deficientes, de um verde mais pálido que nas plantas do tratamento completo.

Quinze dias após o início da aplicação das soluções deficientes, as plantas do tratamento em que se omitiu o cálcio apresentavam as fôlhas mais novas com uma coloração verde-pálido-amarelada bastante acentuada. Algumas fôlhas intermediárias, além da coloração amarelada, apresentavam secamento das pontas, e naquelas que ainda não tinham começado a apresentar este secamento, notava-se uma clorose em faixas longitudinais paralelas, com manchas escuras necróticas salpicadas ao longo destas faixas cloróticas.

Na data do corte, as plantas do tratamento com omissão de cálcio apresentavam os seguintes sintomas:

Desenvolvimento geral menor que as do tratamento completo. Perfilhamento reduzido. Côlmos com apenas pequena alongação. Coloração geral das folhas mais novas, de um verde-amarelado bem acentuado em contraste com o verde-cana normal do tratamento completo. As folhas médias apresentavam faixas cloróticas longitudinais intercaladas de faixas de coloração verde-pálida. Notava-se também manchas necróticas salpicadas ao longo das faixas cloróticas. As folhas mais velhas estavam completamente amarelecidas e secando da ponta para a base (fig. 2).

Potássio - Quinze dias após o início da aplicação das soluções deficientes, as plantas do tratamento no qual se omitiu o potássio, já apresentavam desenvolvimento menor e côlmos mais finos que no tratamento completo. As folhas ainda não apresentavam sintomas típicos, embora as maduras fôsem aparentemente de um verde mais pálido que as do tratamento completo.

Na data do corte as plantas com omissão de potássio apresentavam os seguintes sintomas:

Desenvolvimento menor, com côlmos mais finos e alongamento não tão acentuado como no tratamento completo. Perfilhamento reduzido. Folhas novas aparentemente com coloração normal. A maioria das folhas médias apresentavam, entretanto, sintomas que se traduziam por uma coloração amarelo-alaranjada e presença de manchas cloróticas, que posteriormente se tornavam necróticas, manchas estas em maior número nas pontas das folhas e ao longo das margens, à medida que se caminham para a base das mesmas. Depois do aparecimento destes sintomas estas folhas começam a secar da ponta para a base, sendo o secamento mais intenso (avançado) nos bordos. As partes secas, ficam de uma coloração parda, conservando as manchas necróticas, que ficam com tonalidade mais

escura sobre o fundo pardo (fig. 3).

Fósforo - Quinze dias após o início da aplicação das soluções deficientes, o tratamento com omissão de fósforo não apresentava, aparentemente, sintomas típicos de deficiência. Notava-se, porém, que as folhas das plantas deste tratamento apresentavam um verde mais pálido e o número de folhas secas era também mais elevado que nas plantas do tratamento completo. Duas semanas após, já se percebia que o perfilhamento das plantas deste tratamento era bem menor que no tratamento completo, e algumas folhas mais velhas já apresentavam secamento das pontas. Seis dias mais tarde notava-se a presença de pontos enegrecidos nos côlmos, os quais apresentavam além disto uma coloração verde-pardacenta ao contrário da coloração verde-azulada normal no tratamento completo. A presença destes pontos necróticos dos côlmos se prolongava também até certa altura das nervuras e também do limbo de algumas folhas mais velhas, principalmente na face inferior das mesmas.

No dia do corte, as plantas com omissão de fósforo apresentavam a seguinte sintomatologia:

Menor perfilhamento que no tratamento completo. Folhas em geral com uma coloração verde-amarelada, coloração que poderia ser confundida com deficiência de nitrogênio. Folhas mais velhas apresentando, além da coloração amarelada, secamento que começa da ponta e caminha para a base, sendo mais acentuado ao longo das margens e em geral mais prolongado de um lado da folha que do outro, dando um aspecto curvo à mesma. Bainhas das folhas que começam a secar, apresentando uma coloração verde-pardacenta ao contrário do verde-azulado normal do tratamento completo. Estas bainhas apresentam ainda, manchas escuras (necróticas) esparsas que continuam ao longo da nervura central da folha

até mais ou menos um terço da mesma. Estes pontos necróticos são encontrados também, embora em menor grau, na base dos limbos destas folhas (Fig. 4). Notava-se ainda, menor número de folhas vivas por planta, devido ao secamento intenso das folhas, causado pela deficiência deste elemento.

Magnésio - O tratamento com omissão de magnésio foi um dos últimos a apresentar sintomas visuais de deficiência, não sendo estes, muito bem definidos.

Quinze dias após o início da aplicação da solução as plantas do tratamento com omissão de magnésio apresentavam desenvolvimento aparentemente normal. Notava-se apenas que as folhas das plantas deste tratamento, apresentavam uma coloração de um verde mais claro que nas do tratamento completo.

Na data do corte, as plantas deficientes em magnésio apresentavam um desenvolvimento, que visualmente não se diferenciava do tratamento completo. Entretanto, as folhas médias e mais velhas apresentavam uma coloração verde mais amarelada que no tratamento completo e estrias rugosas longitudinais que davam um aspecto de transparência a estas folhas (Fig. 5).

Enxôfre - Não se conseguiu obter sintomas típicos de deficiência deste elemento.

Quinze dias após o início da aplicação das soluções deficientes, notou-se nas plantas de uma das três repetições do tratamento com omissão deste elemento, uma coloração de um verde mais pálido que o normal nas folhas mais novas e médias e um amarelecimento acentuado das folhas mais velhas. O desenvolvimento das plantas, era entretanto, semelhante ao do tratamento completo, e as outras duas repetições, além

do desenvolvimento normal não apresentavam êstes sinais. Com o decorrer do tempo aquêles sintomas, entretanto, desapareceram.

Na data do corte o desenvolvimento geral das plantas dêste tratamento era semelhante ao do tratamento completo, apresentando, inclusive, perfilhamento abundante. Apenas alguns perfilhos esparsos de ambas as três repetições apresentavam, nas fôlhas mais velhas, uma coloração amarelada, lembrando deficiência de nitrogênio. Talvez a aplicação constante de quelato de ferro, para se evitar deficiência dêste micronutriente, tenha fornecido enxôfre suficiente para suprir as necessidades das plantas e evitar o aparecimento de sintomas típicos de deficiência dêste elemento.

Considerações gerais - Foi surpreendente a demora no aparecimento dos sintomas de deficiência de fósforo, uma vez que êste elemento é um dos principais limitantes do desenvolvimento e produção da maioria das plantas forrageiras, como vimos na revisão da literatura. Entretanto, isto pode ser explicado em virtude de se ter aplicado solução completa, para dar o desenvolvimento inicial das plantas, quando estas necessitam fósforo abundantemente. Sendo o fósforo um elemento grandemente translocável nas plantas, quando se começou a aplicar as soluções deficientes, a quantidade inicialmente absorvida da solução completa ia sendo translocada para proporcionar novos crescimentos, retardando assim o aparecimento dos sintomas de deficiência dêste elemento.

O mesmo fenômeno deve ter acontecido com o magnésio, cujas quantidades inicialmente fornecidas pela solução completa supririam, através de recirculação na planta, as possíveis deficiências que fôsem ocorrer, evitando assim diminuição sensível de crescimento e apare

cimento acentuado de sintomas visuais de deficiência.

Talvez, para se obter sintomas visuais de deficiência de fósforo e de magnésio, mais acentuados e mais rapidamente, tenha que se suprimir, com maior antecedência, estes dois elementos das soluções.

O não aparecimento de sintomas claros de deficiência de enxôfre pode ser explicado também, em virtude da aplicação constante de quelato de ferro (Fe-EDTA) para se evitar deficiência deste micronutriente. O Fe-EDTA, composto preparado à base de sulfato de ferro, embora em pequenas quantidades, teria fornecido enxôfre que completaria aquêle que a planta absorveu no desenvolvimento inicial quando recebia solução completa, e que devido à recirculação, deve ter evitado o aparecimento de sintomas claros de deficiência, apesar da omissão do elemento depois de um determinado momento. Também, o fornecimento de Zn e Cu como sulfatos, embora em quantidades mínimas teria ajudado a evitar a deficiência de enxôfre.

Interessante é destacar o aparecimento de sintomas mais acentuados de deficiência de cálcio nas folhas mais velhas, quando isto ocorre em muitas outras plantas, normalmente nas folhas mais novas. Entretanto HAAG (1965) constatou também, em cana-de-açúcar, o aparecimento de sintomas de deficiência de cálcio nas folhas mais velhas.

3.2.1.2. Produção de matéria sêca do capim coloniãõ

No quadro I estão representadas as produções médias dos tratamentos "omissão de nitrogênio", "omissão de potássio", "omissão de cálcio" e do tratamento completo colhido na mesma data. Estas produções são dadas separadamente para as três partes em que foi dividida a planta e para o total destas três partes. Consta também do quadro I o peso sêco das raízes dos referidos tratamentos.

Quadro I Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colonião, em g/recipiente, relativa aos tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias de três repetições.

Tratamentos	F.Novas	F.Velhas	Côlmos	Total da parte aérea	Raízes
Completo	10,7	5,1	15,4	31,2	8,0
Omissão de N	4,1	1,5	4,4	10,0	2,7
" " K	5,8	2,7	8,1	16,6	4,1
" " Ca	5,6	2,2	7,2	15,0	3,6

D.M.S. 5% (Tukey) para total parte aérea = 4,6 g C.V. = 9,8%

D.M.S. 5% (Tukey) para peso das raízes = 2,3g C.V. = 18,3%

Pelos dados do quadro I, verifica-se que dos tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes, foi a "omissão de nitrogênio" aquele que mais reduziu a produção do capim colonião. Este tratamento foi, também, o que mais limitou o desenvolvimento das raízes. Aliás, como já relatamos na descrição dos sintomas visuais das deficiências, foi também o nitrogênio o elemento que primeiro começou a apresentar aquêles sintomas, o que confirma a grande importância do nitrogênio na nutrição das gramíneas. HENZEL (1962) faz uma revisão bibliográfica de centenas de experimentos realizados em diversos países, nos trópicos e sub-trópicos, que evidenciam o grande efeito deste elemento no aumento tanto da produção como do teor de proteína das plantas. É comum verem-se pastagens de colonião com os sintomas de deficiência de nitrogênio descritos e ensaios de adubação com este elemento têm mostrado grandes aumentos de produção desta

gramínea.

O cálcio e o potássio, também, limitaram grandemente e mais ou menos na mesma proporção, a produção da parte aérea do capim colônião. Quanto ao desenvolvimento das raízes, o peso das mesmas no tratamento em que se omitiu o cálcio (3,6g) foi um pouco mais baixo que no tratamento em que se omitiu o potássio (4,1g), embora esta diferença não seja estatisticamente significativa. A diferença destes dois valores para o do tratamento completo (8,0g) porém, é altamente significativa.

Os tratamentos "omissão de fósforo", "omissão de magnésio" e "omissão de enxôfre", que só foram colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes, em virtude da demora na apresentação dos sintomas visuais de deficiência, têm suas produções mostradas no quadro II.

Quadro II - Produção de matéria seca (a 70°C) do capim colônião, em g/recipiente, relativa aos tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições.

Tratamentos	F.Novas	F.Velhas	Côlmos	Total da parte aérea	Raízes
Completo	11,8	6,0	19,8	37,6	10,6
Omissão de P	10,5	4,0	13,8	28,3	7,2
" " Mg	11,7	5,1	18,4	35,2	9,1
" " S	13,3	6,0	21,2	40,5	10,8

Diferenças N.S. entre tratamentos, para total parte aérea. C.V.=16,4%

D.M.S. 5% (Tukey) para peso seco raízes = 3,5g

C.V.=14,2%

Verifica-se pelos dados do quadro II, que o fósforo foi, entre os três tratamentos deficientes colhidos naquela data, o que mais limitou a produção do colônião, tanto no que diz respeito à produção da parte aérea quanto ao desenvolvimento das raízes. Constatou-se também, pelos dados do quadro II, que a redução de produção com a omissão do fósforo foi mais acentuada no peso das folhas mais velhas (redução de 6,0 para 4,0g), justamente a parte da planta onde os sintomas visuais de deficiência foram mais acentuados, como vimos na parte onde descrevemos os mesmos. McCLUNG et alii (1958) estudando em ensaio de vasos, diversos solos de campos cerrados de São Paulo e de Goiás, verificaram que o fósforo foi o elemento que mais limitou as produções dos capins pangola e jaraguá, nos solos citados. Também observaram reduções acentuadas no crescimento dos capins quando estes não recebiam nitrogênio. WERNER, QUAGLIATO & MARTINELLI (1967) também em ensaio de vasos com o capim colônião e utilizando um solo esgotado da Noroeste do Est. de São Paulo (Andradina), constataram que o fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento do capim colônião, naquele solo, seguindo-se o nitrogênio e depois o enxofre.

Quanto aos tratamentos "omissão de magnésio" e "omissão de enxofre", as suas produções foram próximas das do tratamento completo, não diferindo estatisticamente destas. A maior redução de produção para o tratamento deficiente em magnésio, ocorreu nas folhas mais velhas (6,0 para 5,1g), coincidindo também com o aparecimento dos sintomas visuais de deficiência nesta parte da planta, como vimos também na descrição dos sintomas de deficiência.

A pouca redução na produção de matéria seca do colônião, no tratamento em que se omitiu o magnésio, a não redução no tratamento "omissão de enxofre" e a redução não tão acentuada, como se era de es-

perar, no tratamento "omissão de fósforo", podem ser explicadas pelas mesmas razões já expostas nas considerações feitas sobre a demora no aparecimento dos sintomas visuais de deficiência destes elementos, na parte em que descrevemos os mesmos.

3.2.1.3. Teores dos macronutrientes

No quadro III constam os teores médios (médias das três repetições) dos elementos nitrogênio, potássio e cálcio, que foram analisados separadamente nas três partes em que foi dividida a planta, no momento da colheita: folhas novas, folhas velhas e colmos. Consta também do quadro III, a média ponderada dos teores destas três partes, que representaria o teor dos elementos na planta inteira. Esta média ponderada foi calculada levando-se em conta os teores dos elementos presentes em cada parte da planta e o peso que esta parte representa no peso total da planta. Como já relatamos em material e métodos, cada elemento foi analisado apenas nas três repetições do respectivo tratamento deficiente e nas três repetições do tratamento completo, colhidas na mesma época (33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes para os três elementos acima).

No quadro IV, da mesma forma, constam os teores dos elementos fósforo, magnésio e enxôfre, correspondentes aos respectivos tratamentos deficientes e às três repetições do tratamento completo colhidas na mesma época (42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes).

Pelo quadro III verifica-se que os teores mais baixos de nitrogênio são encontrados nos colmos e a seguir nas folhas mais velhas, tanto para o tratamento completo como para o tratamento deficiente. As folhas mais novas apresentam os teores mais elevados. Nota-se, entre -

Quadro III - Colonião - Teores dos macronutrientes nas três partes da planta, para os tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições.

Elemento	N %		K %		Ca %	
	Completo	Omissão	Completo	Omissão	Completo	Omissão
F. novas	1,50	0,79	1,84	1,17	0,40	0,29
F. velhas	1,13	0,75	1,43	0,39	1,02	0,84
Côlmos	0,72	0,54	2,96	1,27	0,50	0,31
Média ponderada	1,06	0,67	2,33	1,10	0,55	0,37

Obs:- Teores na matéria seca a 70°C.

Quadro IV - Colonião - Teores dos macronutrientes nas três partes da planta, para os tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições.

Elemento	P %		Mg %		S %	
	Completo	Omissão	Completo	Omissão	Completo	Omissão
F. novas	0,11	0,08	0,12	0,05	0,15	0,10
F. velhas	0,08	0,05	0,22	0,07	0,11	0,08
Côlmos	0,10	0,06	0,27	0,07	0,33	0,13
Média ponderada	0,10	0,07	0,22	0,06	0,24	0,11

Obs:- Teores na matéria seca a 70°C.

tanto que, mesmo no tratamento completo, o teor de nitrogênio está relativamente baixo, pois se considerarmos um teor de proteína bruta ($N\% \times 6,25$) de 8%, citado por JARDIM et alii (1962a) como teor abaixo do qual se considera uma pastagem deficiente em proteína para a nutrição animal, apenas as folhas novas do tratamento completo ultrapassam este valor. O teor médio para a planta toda, estando bem abaixo dele (1,06). Estes teores relativamente baixos no tratamento completo, podem ser explicados pelo estágio bem avançado em que foram colhidas as plantas que já apresentavam alongação dos colmos para o início do florescimento. Neste sentido, trabalho de HAAG, BOSE & ANDRADE (1967) sobre absorção dos macronutrientes pelos capins colônia, jaraguá, gordura, Napier e Pangola, mostrou que o teor de alguns macronutrientes, entre eles o nitrogênio, decrescem à medida que as plantas caminham para a maturidade. GOMIDE et alii (1969) em trabalho realizado em Viçosa, Minas Gerais, em que se estudava o efeito da idade da planta e da fertilização nitrogenada sobre o valor nutritivo de seis capins tropicais, constataram também que os seus teores de proteína bruta decresciam com o avanço da idade da planta. OAKES (1966) nas Ilhas Virgens, estudou o efeito da adubação nitrogenada e a frequência de corte na composição química do capim colônia. Observou ele que a produção de forragem aumentava e o teor de proteína ($N\% \times 6,25$) decrescia com o aumento do intervalo entre cortes. Com intervalo de 2 meses o teor de proteína foi de 6,52%, com 3 meses 5,19% e com 6 meses 4,21% (ambos na matéria seca). Segundo este autor, a adubação nitrogenada foi utilizada grandemente para o aumento de produção de matéria seca, já que o conteúdo de proteína na mesma não aumentou quase nada com a adubação nitrogenada. Entretanto, existem vários trabalhos na literatura que mostram o efeito da adubação nitrogenada tanto no aumento do conteúdo de proteína da

matéria seca como na produção da mesma. Entre êles podemos citar o de LITTLE, VICENTE-CHANDLER & ABRUNA (1959) que em Porto Rico, estudaram em ensaio de parcelas, o efeito de níveis crescentes de adubação nitrogenada nos capins Napier, colônião e Pangola. Além do aumento em produção de matéria seca, o conteúdo de proteína de todos os três capins aumentou com a elevação da fertilização nitrogenada até 1600 kg de N/ha/ano, atingindo neste nível de adubação, teores próximos de 12,0% de proteína quando se usava intervalos de corte de 50-60 dias.

Examinando-se no quadro III, os teores de potássio, verifica-se que êstes foram mais baixos nas folhas mais velhas, tanto no tratamento completo como no tratamento deficiente. É também nesta parte da planta que se nota a maior diferença entre o tratamento deficiente em potássio e o completo (0,39 para 1,43% de K). Aliás, como vimos na descrição dos sintomas de deficiência, foi justamente nas folhas mais velhas do tratamento deficiente que apareceram os sintomas visuais mais nítidos de deficiência de potássio.

WARD (1966) em trabalho de revisão bibliográfica sobre o metabolismo do potássio em ruminantes sugere que os requerimentos em potássio destes são de aproximadamente 0,5%. Considerando-se este valor, apenas as folhas mais velhas do tratamento com omissão de potássio estão deficientes para a nutrição animal, as outras duas partes da planta e a média calculada para a planta inteira (1,10%) estando suficientes. Quanto às exigências da planta em si, os teores encontrados nas plantas do tratamento com omissão de potássio, podem ser considerados deficientes, porque limitaram a produção do colônião como vimos quando tratamos da produção de matéria seca. Neste sentido VICENTE-CHANDLER et alii (1962) em Porto Rico, estudando o efeito da adubação potássica nos capins colônião, Napier, Pará e Pangola, em ensaio de par-

celas durante três anos, constataram que a produção de todos estes capins aumentou grandemente com doses crescentes de potássio. O conteúdo do elemento também aumentou progressivamente com o aumento das doses da adubação potássica. Um conteúdo de 1,5-2,0% de potássio na matéria seca, segundo os autores foi associado com altas produções dos capins estudados. GAVILLON & THEREZA QUADROS (1969) estudando as variações no teor de potássio nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul, encontraram que estes teores eram sempre suficientes para a nutrição animal (superiores a 0,6% na matéria seca). Porém, quanto às exigências das plantas analisadas acrescentam: "Várias regiões apresentaram valores inferiores aos requisitos mesmo das espécies forrageiras menos exigentes (teores menores que 1,0% na matéria seca) e portanto, indicativos de que qualquer melhoria nas mesmas deverá ser acompanhada de adubação potássica".

Os teores de cálcio, como vemos no quadro III, estão bastante elevados, mesmo no tratamento deficiente. Isto pode ser explicado pelo estágio bem avançado em que foram colhidas as plantas. A este respeito HAAG, BOSE & ANDRADE (1967) em ensaio sobre absorção dos macronutrientes pelos capins coloniã, gordura, Napier, jaraguá e Pangola, verificaram que os teores de cálcio aumentavam com a maturidade das plantas. Entretanto, verifica-se que os teores do cálcio são sempre menores nas plantas do tratamento em que foi omitido o elemento.

Os teores de fósforo por outro lado, como aconteceu também com os de nitrogênio, estão bastante baixos, mesmo nas plantas do tratamento completo. O que pode ser explicado pelos mesmos motivos do estágio de maturidade em que foram colhidas as plantas, como observaram HAAG, BOSE & ANDRADE (1967) e GOMIDE et alii (1969a), que constataram também para o fósforo, em ensaio com vários capins tropicais, declínio

em seus teores à medida que as plantas caminham para a maturidade , apesar de terem recebido adequada adubação fosfatada. Observa-se, mesmo assim pelos dados do quadro IV, que os teores de fósforo do tratamento deficiente estão muito mais baixos que os do tratamento completo e que a parte da planta onde os teores apresentam-se em níveis mais baixos é nas folhas mais velhas, parte da planta onde também ocorreram os sintomas mais visíveis de deficiência do elemento. As folhas mais novas apresentaram os teores mais elevados e os colmos, teores intermediários.

Os teores de magnésio, que são mostrados no quadro IV, foram entre os macronutrientes, os que apresentaram os maiores decréscimos entre tratamento completo e deficiente (0,22% para 0,06% na planta inteira). Os teores mais altos foram encontrados nos colmos e os mais baixos nas folhas novas. As folhas mais velhas apresentando valores intermediários. Apesar disso os sintomas visuais de deficiência foram notados apenas nas folhas mais velhas, como vimos na parte que descrevemos os sintomas de deficiência. Também, apesar dos teores extremamente baixos de magnésio no tratamento deficiente, a produção de matéria seca, como já vimos, foi próxima da do tratamento completo, sendo que a maior redução ocorreu nas folhas mais velhas. HAAG et alii(1965) em trabalho sobre a nutrição mineral do capim Elefante Napier cultivado em solução nutritiva, não obtiveram também diminuição de produção daquele capim, no tratamento em que se omitiu o magnésio, apesar da redução do teor do elemento nas plantas deficientes. Não conseguiram também estes autores, constatar sintomas visuais de deficiência de magnésio naquele capim. Possivelmente o fornecimento inicial de solução completa, para que as plantas tenham um determinado desenvolvimento, para a seguir fazer a omissão do elemento a fim de provocar a sua defi-

ciência; é que tenha evitado, pela recirculação do elemento inicialmente absorvido, o aparecimento de sintomas claros de deficiência e diminuição sensível do crescimento.

O quadro IV mostra também os teores de enxôfre (S-total) referentes às três partes da planta, tanto para o tratamento completo como para aquele em que se omitiu o elemento da solução nutritiva. Verifica-se que os teores mais elevados deste elemento, se encontram nos côlmos e os mais baixos nas fôlhas mais velhas, as fôlhas mais novas apresentando valores intermediários. A maior diferença entre os teores dos tratamentos completo e deficiente, são notados nos côlmos, com respectivamente (0,33 e 0,13%) e a menor diferença (0,11 para 0,08) nas fôlhas mais velhas. As fôlhas mais novas apresentaram 0,15 e 0,10% respectivamente para os tratamentos completo e deficiente. Para a planta inteira temos 0,24 e 0,11% respectivamente para os tratamentos completo e deficiente.

Os teores de enxôfre encontrados nas plantas do tratamento deficiente são, entretanto, bastante elevados se considerarmos os dados de HAAG et alii (1967) para o capim colonião cultivado em vasos com solo que recebeu quantidades adequadas de sulfato de amônio e de super fosfato simples. Encontraram estes autores teores de 0,13 , 0,09 e 0,09 respectivamente para o colonião com 28 , 56 e 84 dias de período vegetativo. O motivo dos teores bastante elevados nas plantas do tratamento "omissão de enxôfre" podem ser explicados também, como já nos referimos quando descrevemos os sintomas visuais de deficiência, pela aplicação constante de quelato de ferro, para se evitar o aparecimento de deficiência deste micronutriente, além da aplicação de solução completa para dar o desenvolvimento inicial das plantas antes de se começar a aplicação da solução deficiente.

3.2.1.4. Extração dos macronutrientes pelo capim colonião

Nos quadros V e VI estão representadas as quantidades (em mg/ recipiente), dos macronutrientes extraídos pelas três partes aéreas em que foram divididas as plantas no momento da colheita, e também, para o total destas três partes, tanto para o tratamento completo como para os tratamentos deficientes.

Quadro V - Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos 33 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições.

Elemento	Nitrogênio		Potássio		Cálcio	
	Completo	Omissão N	Completo	Omissão K	Completo	Omissão Ca
F. novas	161	32	197	68	43	16
F. velhas	58	11	73	11	52	18
Côlmos	111	24	456	103	77	22
Total parte aérea	330	67	726	182	172	56

Pelos quadros V e VI, verifica-se que os elementos absorvidos em maior quantidade tanto pelas plantas do tratamento completo como pelas dos tratamentos deficientes, foram o potássio e nitrogênio, vindo a seguir o cálcio. HAAG, BOSE & ANDRADE (1967) no trabalho "absorção dos macronutrientes pelos capins colonião, gordura, jaraguá, Napier e Pangola", encontraram também esta mesma ordem de absorção. Estes autores encontraram também que o enxôfre foi o macronutriente absorvido em menores quantidades, a seguir vindo o fósforo e depois o magnésio. No pre-

Quadro VI - Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim colonião, para os tratamentos colhidos 42 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. Médias das três repetições.

Elemento	Fósforo		Magnésio		Enxôfre	
	Completo	Omissão P	Completo	Omissão Mg	Completo	Omissão S
F. novas	13,0	8,4	14,2	5,9	17,7	13,3
F. velhas	4,8	2,0	13,2	3,6	6,6	4,8
Côlmos	19,8	8,3	53,5	12,9	65,3	27,6
Total parte aérea	37,6	18,7	80,9	22,4	89,6	45,7

sente trabalho, entretanto, o enxôfre foi absorvido, pelo colonião, em maiores quantidades que o magnésio e o fósforo, sendo este último, o elemento absorvido em menores quantidades.

Verifica-se também, pelos dados do quadro V, que as plantas do tratamento deficiente em nitrogênio, absorveram cinco vezes menos o elemento que as do tratamento completo. As plantas do tratamento deficiente em potássio, absorveram este elemento em quantidades quatro vezes menores que as do tratamento completo. As plantas deficientes em cálcio absorveram-no em quantidades três vezes menores que as do completo. Da mesma forma, pelo quadro VI, verifica-se que as plantas dos tratamentos deficientes respectivamente em fósforo e em enxôfre, absorveram estes elementos em quantidades mais ou menos duas vezes menores que as do tratamento completo. Por outro lado, as plantas do tratamento deficiente em magnésio, extraíram o elemento em quantidades três e meia vezes menores que as do tratamento completo.

3.2.2. Capim Jaraguá

3.2.2.1. Descrição dos sintomas de deficiência dos macronutrientes.

Não conseguimos obter sintomas visuais muito claros de deficiência dos macronutrientes, para o capim jaraguá. Este capim apresenta, normalmente em condições de campo, um avermelhamento das folhas, que julgávamos estar relacionado com deficiência de algum nutriente. Entretanto, mesmo as plantas do tratamento completo, no presente trabalho, apresentaram este avermelhamento, que mascarou em grande parte, os sintomas visuais de deficiência que se pretendia obter. Este fato parece eliminar a possibilidade de ser o referido avermelhamento, provocado por deficiência direta de algum nutriente, sendo típico deste capim. Notamos entretanto, que partes das plantas que não estavam diretamente expostas à luz solar (face inferior das folhas, folhas completas ou partes de folhas sombreadas por outras), não apresentavam avermelhamento algum, permanecendo completamente verdes, o que nos leva à suposição de que o avermelhamento apresentado pelo capim jaraguá esteja relacionado com exposição à radiação solar, à temperatura (uma vez que aquela eleva esta), ou também com algum fator patológico desconhecido, que é estimulado pela radiação solar. Pesquisas neste sentido poderiam esclarecer o fato.

No dia da colheita, as plantas dos diversos tratamentos, apresentavam a seguinte sintomatologia:

Plantas do tratamento completo - Bom desenvolvimento e perfilhamento. Folhas mais novas de coloração verde normal (verde cana) com as pontas ligeiramente avermelhadas. Folhas mais velhas, algumas apresentando avermelhamento apenas nas pontas, outras mostrando avermelha-

mento um pouco mais acentuado (vermelho carregado tendendo para o marrom), que se estendia até mais ou menos à metade da fôlha, no sentido da ponta para a base. As restantes, estando completamente avermelhadas, estágio que precedia ao secamento normal das fôlhas que iam morrendo.

Nitrogênio - Desenvolvimento geral e perfilhamento, bem menor que nas do tratamento completo, com os perfilhos mais finos e de menor altura.

As fôlhas mais novas com pontas avermelhadas e de uma coloração geral verde amarelada, típica de deficiência de nitrogênio. Fôlhas mais velhas completamente avermelhadas (mais intenso que no tratamento completo). Grande número de fôlhas sêcas em cada perfilho. Este secamento porém, quando começa, atinge a fôlha completa, diferenciando-se de outras gramíneas, cujo secamento começa das pontas, progredindo depois para a base.

O avermelhamento das pontas das fôlhas mais novas e das fôlhas mais velhas, é semelhante ao apresentado pelas plantas do tratamento completo, sendo porém, de uma transparência maior que nestas (figura 6).

Fósforo - Perfilhamento grandemente reduzido. Perfilhos mais velhos (nascidos antes do início da aplicação da solução deficiente em fósforo) apresentando-se mais compridos, porém com menor número de fôlhas, diâmetro mais fino e um aspecto mais áspero e grosseiro que os do tratamento completo. Os poucos perfilhos que nasceram depois da aplicação das soluções deficientes, apresentam-se pouco desenvolvidos e também com menor número de fôlhas, e de aparência também áspera e grosseira.

Fôlhas mais novas apresentam avermelhamento menos acentuado das pontas, porém os bordos das mesmas, ao longo de todo o comprimento, são de uma coloração arroxeada, distinta do avermelhamento que aparece nas fôlhas do tratamento completo, permanecendo a nervura central e as partes contíguas a esta, ao longo de todo o comprimento da fôlha, de um verde carregado, mais escuro que o verde normal das plantas do tratamento completo (fig. 7).

As fôlhas mais velhas, apresentam também a coloração arroxeada descrita para as fôlhas mais novas, mas na maioria das vezes se confunde e se mistura com o avermelhamento que aparece no capim jaraguá. As fôlhas mais velhas apresentam também um secamento que começa das pontas e caminha para a base, atingindo, em estágio mais avançado, toda a fôlha. Por esta razão, as plantas do tratamento deficiente em fósforo apresentam grande número de fôlhas secas e menor número de fôlhas vivas que as do tratamento completo.

WOODHOUSE (1964) escrevendo o capítulo sôbre deficiências nutricionais em gramíneas forrageiras, do livro "HUNGER SIGNS IN CROPS", diz que a aparência geral de gramíneas perenes em solos com inadequado suprimento de fósforo, é de um "stand" ralo, com plantas de aparência bastante grosseira, além de outros sintomas.

HAAG et alii (1965) relatam para o capim elefante Napier, os seguintes sintomas de deficiência de fósforo ... "fôlhas de coloração verde mais escura. As fôlhas velhas apresentavam laivos arroxeados"...

Alguns dos sintomas observados para deficiência de fósforo no capim jaraguá, apesar de serem parcialmente mascarados pelo avermelhamento que o capim apresenta, coincidem com os sintomas descritos pelos autores citados atrás.

Potássio - Desenvolvimento geral e perfilhamento semelhantes

aos apresentados pelas plantas do tratamento completo.

As folhas mais novas eram de coloração verde normal, apresentando entretanto, o avermelhamento nas pontas como no tratamento completo.

Os sintomas de deficiência foram notados nas folhas médias e mais velhas, e estes se caracterizavam por um amarelecimento geral, intercalado de estrias marrons que percorrem a folha no sentido longitudinal. O amarelecimento é mais acentuado nas bordaduras, permanecendo a nervura central em algumas folhas, de coloração verde. Em um segundo estágio, estas folhas se tornam de coloração marron e numa fase mais adiantada, começam a secar a partir da ponta, prolongando-se o secamento para a base, com maior intensidade pelas bordaduras. É, entretanto, bastante difícil distinguir estes sintomas naquelas folhas em que o avermelhamento é acentuado. Nota-se também que o número de folhas secas e em estágio de secamento, nas plantas do tratamento deficiente em potássio é bem maior do que nas do tratamento completo (fig. 8).

Cálcio - Desenvolvimento um pouco mais reduzido e menor perfilhamento que nas plantas do tratamento completo, sendo os perfilhos de espessura mais fina.

Coloração geral das folhas apresentando um aspecto verde pálido lembrando deficiência de nitrogênio. Coloração avermelhada das folhas, de um vermelho vivo mais intenso que no tratamento completo, que é de um vermelho mais carregado (tendendo para o marron).

Notou-se também neste tratamento, maior número de folhas secas e portanto, menor número de folhas vivas por planta quando comparado com o tratamento completo (fig. 9).

Em uma determinada fase do desenvolvimento, apareceu, nas plantas do tratamento com omissão de cálcio, um murchamento e secamento das

pontas das fôlhas que iam emergindo. O fenômeno também ocorreu, porém em bem menor escala, nas plantas do tratamento menos enxôfre. Isto aconteceu nos dias em que houve uma onda bastante intensa de calor. Na data da colheita não se notava mais êste fenômeno. As fôlhas que apresentaram o referido secamento, depois se desenvolveram normalmente ficando porém, com as pontas sêcas. Talvez a deficiência de cálcio esteja relacionada com uma menor resistência ao calor, apresentada pelas fôlhas novas do capim jaraguá.

WOODHOUSE (1964) relata que "antes de uma calagem, os capins podem apresentar uma coloração de um verde mais claro do que o usual e o crescimento pode ser um tanto retardado. Talvez esta condição, continua aquêle autor, poderia ser chamada "deficiência de calagem" em vez de "deficiência de cálcio". Entretanto, em nosso trabalho, notamos nas plantas do tratamento menos cálcio, uma coloração verde-pálida das fôlhas do capim jaraguá, podendo-se dizer que isto seria, para êste capim, um dos sintomas de deficiência de cálcio mesmo. Para o capim colônião, encontramos também, entre outros sintomas, uma coloração verde-amarelada nas fôlhas mais novas.

Magnésio - Não conseguimos distinguir sintomas visuais de deficiência nas plantas do tratamento deficiente em magnésio e o desenvolvimento geral das mesmas foi, visualmente, semelhante ao das do tratamento completo. Para o colônião distinguimos, como já relatamos, sintomas nítidos apenas nas fôlhas mais velhas. HAAG et alii (1965) não conseguiram obter também, para o capim Napier, sintomas visuais de deficiência em plantas cultivadas sob carência dêste elemento, apesar da redução do teor de magnésio nas plantas deficientes. Talvez, a aplicação de solução completa até um determinado estágio, para dar um desenvolvimento inicial às plantas, tenha fornecido magnésio suficiente pa-

ra, por recirculação na planta, evitar o aparecimento de sintomas visuais de deficiência, para o capim Napier no trabalho de HAAG et alii, e para o capim jaraguá no presente trabalho. Também, o avermelhamento das folhas deste capim, notadamente nas folhas mais velhas, tenha também obscurecido qualquer sintoma de deficiência que pudesse ocorrer.

Enxôfre - Não conseguimos, também para este elemento, obter sintomas muito claros de deficiência no capim jaraguá. O desenvolvimento foi aparentemente melhor que para as plantas do tratamento completo, e apenas em uma das três repetições (repetição cujas plantas se desenvolveram mais), alguns perfilhos apresentavam tôdas as folhas de uma coloração verde pálida e um aspecto de maior transparência, em contraste com a coloração verde normal das folhas dos demais perfilhos do mesmo tratamento e das do tratamento completo. Notava-se também nestes perfilhos, um grande número das folhas mais velhas, amareladas, mas que demoravam a secar.

Para o capim coloniã, obtivemos também, como já relatamos, em apenas algumas plantas e também em apenas uma determinada fase de desenvolvimento, uma coloração verde mais pálida que o normal nas folhas mais novas e um amarelecimento acentuado das folhas mais velhas. HAAG et alii (1965) em ensaio sobre nutrição mineral do capim elefante Napier, relatam que os sintomas de deficiência de enxôfre se observaram primeiramente nas folhas mais novas, cujos limbos perderam a cor verde normal, adquirindo coloração verde citrina. McCLUNG & QUINN (1959) observaram em condições de campo, em Matão, Estado de São Paulo, que pastos de grama Batatais (Paspalum notatum) que vinham recebendo pesadas doses de nitrogênio, apresentavam uma clorose geral em contraste com o verde normal dos pastos que recebiam adubação nitrogenada mais adubação com superfosfato simples. A aplicação de sulfato de cálcio ou de

sulfato de sódio, fizeram desaparecer imediatamente a clorose e melhoraram o crescimento do pasto.

WOODHOUSE (1964), relata que "... a deficiência de enxôfre tem sido identificada em várias gramíneas forrageiras crescendo em "stands" puros. Inicialmente as fôlhas tornam-se verde-pálidas, um sintoma usualmente não distinguível dos primeiros estágios de deficiência de nitrogênio. À medida que a condição se torna mais aguda, contudo, as plantas afetadas desenvolvem um padrão bastante diferente daquelas sofrendo deficiência de nitrogênio. Aparentemente, continua o autor, algum movimento do enxôfre ocorre dos tecidos mais velhos para os mais novos, mas isto usualmente é mais lento do que para o nitrogênio. O resultado é que as fôlhas mais novas são frequentemente mais severamente afetadas e podem tornar-se cloróticas antes das fôlhas mais velhas. As fôlhas mais velhas tendem a permanecer vivas por algum tempo, em vez de secar rapidamente como na deficiência de nitrogênio".

3.2.2.2. Produção de matéria sêca

A análise da variância para a produção dos tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes (Quadro VII) mostrou um valor F não significativo, quer para o total da parte aérea ($F = 3,74$), quer para o peso das raízes ($F = 4,33$), porém estes valores estão bem próximos do valor F da tabela, para 5% de probabilidade, que é 4,76. Pelos dados do Quadro VII, podemos verificar, entretanto, que a produção nos tratamentos "omissão de nitrogênio" e "omissão de fósforo" é baixíssima (menos de 40% da produção do tratamento completo). O fato de não encontrarmos um valor F, não significativo, pode ser explicado pelos altos coeficientes de variação encontrados (43,8% para a parte aérea e 44,8% para as raízes) e, também, pelo

baixo grau de liberdade do resíduo (6) em virtude de termos que colher os três tratamentos (omissão de, respectivamente, nitrogênio, fósforo e potássio) separados dos outros tratamentos deficientes (omissões de cálcio, magnésio e enxôfre), porque aquelas apresentaram os sintomas visuais de deficiência muito primeiro que êstes. A redução de produção do tratamento "omissão de potássio" foi bem menor que a apresentada pelos tratamentos "omissão de nitrogênio" e "omissão de fósforo", sendo a redução mais acentuada nas fôlhas mais velhas, onde também ocorreram, como vimos, os sintomas visuais de deficiência mais acentuados para êste elemento.

Para os tratamentos colhidos 45 dias após a aplicação das soluções deficientes (Quadro VIII), encontramos um valor F também não significativo para a produção total da parte aérea ($F = 4,38$), embora êste valor esteja bastante próximo de ser significativo (valor F da tabela para 5% de probabilidade = 4,76). Podemos explicar esta não significância, pelos mesmos motivos expostos atrás.

Pelos dados do quadro VIII, podemos verificar, entretanto, que o tratamento "omissão de cálcio" reduziu grandemente a produção do capim jaraguá, comparado com o tratamento completo, enquanto que o tratamento "omissão de enxôfre" teve produção mais elevada que êste. O tratamento "omissão de magnésio", teve redução de peso em relação ao completo, apenas para as fôlhas mais velhas.

Quanto ao peso das raízes, obtivemos um valor F, significativo, e como podemos observar pelo quadro VIII, a deficiência de cálcio reduziu grandemente o desenvolvimento das mesmas, e a de magnésio também, embora em menor escala que para o cálcio.

3.2.2.3. Teores dos macronutrientes na matéria seca

No quadro IX constam os teores médios (médias das três repetições) dos elementos nitrogênio, fósforo e potássio, que foram analisados, da mesma maneira que para o capim colonião, separadamente nas 3 partes em que foi dividida a planta no momento da colheita: fôlhas novas, fôlhas velhas e cômlos. Consta também do quadro IX, a média ponderada dos teores destas três partes, que representaria o teor dos elementos na planta inteira. Esta média ponderada foi calculada levando-se em conta os teores dos elementos presentes em cada parte da planta e o peso que esta parte representa no peso total da planta. Como já mencionamos em "material e métodos", cada elemento foi analisado apenas nas três repetições do respectivo tratamento deficiente e nas três repetições do tratamento completo, colhidas na mesma época (35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes para os três elementos acima).

No quadro X, da mesma forma, constam os teores médios dos elementos cálcio, magnésio e enxôfre, correspondentes aos respectivos tratamentos deficientes e ao tratamento completo colhido na mesma época (45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes).

Pelos dados do quadro IX, verifica-se que, para o tratamento deficiente em nitrogênio, os teores mais baixos deste elemento são encontrados nas fôlhas mais velhas e a seguir nas fôlhas mais novas. Os cômlos apresentam os teores mais elevados. Já no tratamento completo, além dos teores do elemento serem bastante mais elevados que no deficiente, as fôlhas mais novas apresentam os níveis mais elevados, seguindo-se as fôlhas mais velhas, tendo os cômlos os teores mais baixos.

Os teores de fósforo, por outro lado, apresentam-se, tanto para o tratamento completo como para o deficiente, mais baixos nas fôlhas

Quadro IX - Jaraguá - Teores dos macronutrientes para os tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. (Médias das três repetições).

Elemento	N %		P %		K %	
	Completo	Omissão N	Completo	Omissão P	Completo	Omissão K
F. Novas	1,47	0,92	0,11	0,06	1,65	0,95
F. Velhas	1,28	0,75	0,06	0,04	1,08	0,36
Côlmos	1,22	1,17	0,14	0,08	2,38	1,33
Média ponderada	1,35	0,94	0,11	0,06	1,71	0,92

Obs:- Teores na matéria seca a 70°C.

Quadro X - Jaraguá - Teores dos macronutrientes, para os tratamentos colhidos 45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. (Médias das três repetições).

Elemento	Ca %		Mg %		S %	
	Completo	Omissão Ca	Completo	Omissão Mg	Completo	Omissão S
F. Novas	0,23	0,13	0,15	0,04	0,13	0,09
F. Velhas	0,46	0,27	0,23	0,07	0,18	0,08
Côlmos	0,30	0,14	0,20	0,05	0,35	0,09
Média ponderada	0,30	0,16	0,18	0,05	0,19	0,09

Obs:- Teores na matéria seca a 70°C.

mais velhas, seguindo-se as folhas mais novas, os côlmos apresentando os mais altos valores. Para o capim colônia, os teores mais baixos foram encontrados também nas folhas mais velhas, porém os mais elevados estavam nas folhas mais novas e não nos côlmos. Os teores de fósforo nas plantas do tratamento deficiente, em qualquer parte das mesmas, estão, entretanto, muito mais baixos que os das plantas do tratamento completo, como se era de esperar.

Os teores de potássio, como mostra o quadro IX, são mais baixos nas folhas mais velhas, tanto nas plantas do tratamento deficiente como nas do completo. É também nas folhas mais velhas que se nota a maior diferença entre os teores dos tratamentos deficiente em potássio e completo (0,36 e 1,08% respectivamente). Foi também nas folhas mais velhas do tratamento deficiente que apareceram os sintomas visuais de deficiência mais nítidos do elemento, como vimos na descrição dos sintomas de deficiência para o potássio.

Os teores de cálcio (dados no quadro X) do tratamento deficiente neste elemento, estão em níveis reduzidos de quase a metade em relação aos do tratamento completo. Os menores teores são encontrados nas folhas novas e depois nos côlmos, sendo os das folhas velhas os mais elevados. Se considerarmos o teor de 0,15% dado por De ALBA (1961) como nível abaixo do qual a forragem é considerada deficiente em cálcio para bovinos em pastoreio, as folhas novas e os côlmos, que representam o maior peso da planta, estão abaixo deste limite, nas plantas deficientes em cálcio. Além disto estes teores baixos coincidiram com uma redução grande na produção de matéria seca e desenvolvimento das raízes das plantas cultivadas sob deficiência deste elemento.

Os teores de magnésio, como mostram os dados do quadro X, estão extremamente baixos nas plantas do tratamento "omissão de magnésio"

e entre os macronutrientes, foi o que apresentou maior decréscimo entre tratamento completo e deficiente. Apesar disso, ocorreu diminuição de produção, como vimos, apenas para as folhas mais velhas e também, não conseguimos obter sintomas visuais típicos de deficiência para este elemento (talvez o avermelhamento das folhas, comum para o capim jaraguá, tenha mascarado os sintomas que fossem aparecer). Entretanto, se considerarmos o teor de 0,05% dado por De ALBA (1961) como requisito mínimo para os animais que vivem em pastoreio, apenas as folhas velhas do tratamento deficiente no elemento, e que representam pequena parcela do peso total da planta, ultrapassam aquele limite (têm 0,07%), os colmos estão no mesmo e as folhas mais novas, abaixo dele (têm 0,04%). HAAG et alii (1965) em trabalho sobre a nutrição mineral do capim elefante Napier cultivado em solução nutritiva, não obtiveram diminuição de produção e nem conseguiram constatar sintomas visuais de deficiência de magnésio no tratamento em que se omitiu o elemento, depois de um período inicial em que o capim recebeu solução completa. Obtiveram, entretanto, grande redução do teor do elemento nas plantas deficientes (0,08% igualmente para colmos e folhas contra 0,26 e 0,20% respectivamente para as mesmas partes, nas plantas que receberam solução completa). Para o capim colonião, apesar dos teores extremamente baixos de magnésio no tratamento deficiente no elemento, a redução na produção foi pequena, mas conseguimos, como já relatamos, identificar alguns sintomas visuais de deficiência.

Quanto ao enxofre, pelos dados do quadro X, podemos observar que a maior diferença entre os teores dos tratamentos completo e deficiente, são notados nos colmos, com respectivamente 0,35 e 0,09%, a seguir nas folhas mais velhas com respectivamente 0,18 e 0,08%. A menor diferença é notada nas folhas mais novas que apresentam 0,13 e 0,09%.

Para a planta inteira, temos 0,19 e 0,09% respectivamente para os tratamentos completo e deficiente. Os teores de enxôfre encontrados nas plantas do tratamento "omissão de enxôfre" são, entretanto, bastante elevados se considerarmos os obtidos por HAAG BOSE & ANDRADE (1967) para o capim jaraguá cultivado em vasos que recebiam quantidades adequadas de enxôfre. Estes autores encontraram teores de 0,14 ; 0,10 e 0,05% respectivamente para o jaraguá com 28, 56 e 84 dias de período vegetativo. O motivo dos teores bastante elevados nas plantas do tratamento "menos enxôfre" pode ser explicado devido à absorção do elemento quando da aplicação inicial da solução completa e a posterior recirculação na planta depois que se começou a aplicação das soluções deficientes. Além disto os micronutrientes Cu e Zn foram aplicados como sulfatos embora em pequeníssimas quantidades.

3.2.2.4. Extração dos macronutrientes pelo capim Jaraguá

Nos quadros XI e XII constam as quantidades (em mg/recipiente), dos macronutrientes extraídos pelas três partes aéreas em que foram divididas as plantas no momento da colheita e, também, pelo total destas três partes, tanto para o tratamento completo como para os tratamentos deficientes.

Pelos quadros XI e XII, verifica-se que os elementos absorvidos em maior quantidade, tanto pelas plantas do tratamento completo como pelas dos respectivos tratamentos deficientes, foram o potássio e o nitrogênio, vindo a seguir o cálcio e o enxôfre e depois o magnésio. O fósforo foi o elemento absorvido em menores quantidades. Esta sequência é a mesma que a encontrada para o colônio, como vimos quando tratamos dêste capim.

Constatamos também, pelos dados dos quadros XI e XII, que os

Quadro XI - Quantidade (em mg/recipiente) dos elementos, extraída pela parte aérea do capim jaraguá, para os tratamentos colhidos 35 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. (Médias das três repetições).

Elemento	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Completo	Omissão N	Completo	Omissão P	Completo	Omissão K
F. Novas	101	22	7,6	1,7	114	60
F. Velhas	47	11	2,2	0,6	40	8
Côlmos	49	14	5,6	1,3	95	36
Total parte aérea	197	47	15,4	3,6	249	104

Quadro XII - Quantidade (em mg/recipiente), dos elementos, extraída pela parte aérea do capim jaraguá, para os tratamentos colhidos 45 dias após o início da aplicação das soluções deficientes. (Médias das três repetições).

Elemento	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Completo	Omissão Ca	Completo	Omissão Mg	Completo	Omissão S
F. Novas	19,1	9,1	12,5	3,3	10,8	11,8
F. Velhas	17,9	7,6	9,0	2,1	7,0	3,8
Côlmos	11,4	4,1	7,6	2,1	13,3	5,7
Total parte aérea	48,4	20,8	29,1	7,5	31,1	21,3

elementos nitrogênio, fósforo e magnésio foram absorvidos, pelas plantas dos respectivos tratamentos deficientes, em quantidades cêrca de quatro vêzes menores, comparado com as plantas do tratamento completo. Também os elementos potássio e cálcio foram absorvidos, pelas plantas dos respectivos tratamentos deficientes, em quantidades cêrca de 2,5 vêzes menores que pelas do tratamento completo. Enquanto que as plantas do tratamento "omissão de enxôfre" absorveram êste elemento em quantidades apenas 1,5 vêzes menores que as plantas do tratamento completo.

3.3. Conclusões

- 1) Para o capim coloniãõ, foram obtidos sintomas definidos de deficiência dos macronutrientes nitrogênio, cálcio, potássio e fósforo. A velocidade de aparecimento dos sintomas obedeceu à ordem acima citada. O tratamento com omissão de magnésio não apresentou sintomas de deficiência bem definidos e não se conseguiu constatar sintomas típicos de deficiência de enxôfre no tratamento em que se omitiu êste elemento.
- 2) Para o capim jaraguá, conseguiu-se obter sintomas claros de deficiência apenas nos tratamentos em que se omitiram respectivamente nitrogênio, fósforo e potássio. As plantas deficientes em cálcio, não apresentaram sintomas de deficiência muito definidos e, não se conseguiu distinguir sintomas visuais de deficiência de magnésio e de enxôfre.
- 3) A omissão de nitrogênio foi a que mais limitou a produção de matéria sêca e o desenvolvimento das raízes do capim coloniãõ; seguindo-se as omissões de cálcio, potássio e fósforo. A omissão de magnésio,

reduziu muito pouco o crescimento do capim colonião e a omissão de enxôfre nao afetou o desenvolvimento do mesmo.

4) No capim jaraguá, a omissão de nitrogênio foi, também, a que mais reduziu a produção de matéria sêca e o desenvolvimento das raízes, seguindo-se as omissões de fósforo, potássio e cálcio. A deficiência de magnésio provocou, apenas pequena redução no pêso das fôlhas mais velhas e das raízes, enquanto que o tratamento em que se omitiu o enxôfre teve produção ligeiramente superior à do tratamento completo.

5) Os teores dos macronutrientes, tanto no capim colonião como no capim jaraguá, foram acentuadamente mais baixos nos tratamentos com omissão de cada um dos respectivos macronutrientes, do que no tratamento completo, em qualquer das partes em que se dividiram as plantas e, variaram também, entre as partes. Os teores obtidos foram:

1- Capim colonião - Porcentagem dos macronutrientes na matéria sêca a 70°C.

Ó R G Ã O S D A P L A N T A								
Fôlhas novas		Fôlhas velhas		Côlmos		Planta inteira		
E s t a d o n u t r i c i o n a l								
	Adequado	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.
N	1,50	0,79	1,13	0,75	0,72	0,54	1,06	0,67
K	1,84	1,17	1,43	0,39	2,96	1,27	2,33	1,10
Ca	0,40	0,29	1,02	0,84	0,50	0,31	0,55	0,37
P	0,11	0,08	0,08	0,05	0,10	0,06	0,10	0,07
Mg	0,12	0,05	0,22	0,07	0,27	0,07	0,22	0,06
S	0,15	0,10	0,11	0,08	0,33	0,13	0,24	0,11

Obs:- N, K e Ca, em plantas com 60 dias de crescimento.
P, Mg e S, " " " 69 " " " " e em início de floração.

2- Capim jaraguá - Porcentagem dos macronutrientes na matéria sêca a 70°C.

Ó R G Ã O S D A P L A N T A									
Fôlhas novas			Fôlhas velhas			Côlmos		Planta inteira	
E s t a d o n u t r i c i o n a l									
	Adequado	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.	Adeq.	Inadeq.	
N	1,47	0,92	1,28	0,75	1,22	1,17	1,35	0,94	
P	0,11	0,06	0,06	0,04	0,14	0,08	0,11	0,06	
K	1,65	0,95	1,08	0,36	2,38	1,33	1,71	0,92	
Ca	0,23	0,13	0,46	0,27	0,30	0,14	0,30	0,16	
Mg	0,15	0,04	0,23	0,07	0,20	0,05	0,18	0,05	
S	0,13	0,09	0,18	0,08	0,35	0,09	0,19	0,09	

Obs:- N, P e K, em plantas com 105 dias de idade e início de crescimento no período de inverno.

Ca, Mg e S, em plantas com 115 dias de idade, também com início de crescimento no inverno.

* * *

4. S E G U N D A P A R T E

Efeito de Níveis de Fósforo na Solução
Nutritiva Sobre a Produção e os Teores
do Elemento, em Capim Colônião, Capim
Gordura, Capim Jaraguá e Capim Napier.

4.1. Material e Métodos

4.1.1. Instalação, tratamentos empregados e desenvolvimento do ensaio.

Em tambores, pintados externamente com tinta branca e internamente com duas camadas de neutrol 45*, com capacidade para 40 litros de solução nutritiva e colocados ao ar livre, foram cultivados os capins Napier (Pennisetum purpureum Schum.), colonião (Panicum maximum Jacq.), jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees), Stapf.) e gordura (Melinis minutiflora Pal. de Beauv.).

As plantas foram mantidas nos recipientes, suportadas por tela de arame com malhas de um centímetro quadrado, fixas em armação de madeira. A solução nutritiva dos recipientes foi arejada por borbulhamento contínuo de ar através de tubos plásticos.

Antes de serem colocados nos recipientes acima descritos, as mudas sofreram um enraizamento prévio como se segue:

As mudinhas de Napier foram obtidas a partir de toletes de uma só gema, enraizadas em areia lavada.

Sementes de colonião, jaraguá e gordura, foram semeadas em vermiculita e depois de germinadas, foram transferidas para uma bacia de plástico, fixadas por meio de "espuma de plástico" através de furos em uma tábua de madeira compensada que cobria a bacia. A bacia continha 25 litros de solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON (1950), diluída a 1/10 da concentração original, com exceção do fósforo que foi colocado na concentração de 1 ppm. Esta solução foi arejada continuamente por borbulhamento.

* Otto Baumgart Indústria e Comércio, São Paulo.

A solução nutritiva básica usada nos tambores foi a solução "menos fósforo" de HOAGLAND & ARNON (1950 Op. cit.), modificada quanto ao fornecimento de ferro, como já citado na primeira parte. Foi aplicada no início dos ensaios, na concentração de 1/10 da concentração original, após serem os tambores cheios com água de torneira. Semanalmente, aumentava-se de 1/10 esta concentração, acrescentando-se aos tambores, as seguintes quantidades das soluções de reserva:

Solução reserva	ml/litro na concentração original	ml/litro a 1/10	ml/tambor
KNO_3 M	6	0,6	24
$Ca(NO_3)_2$ II	4	0,4	16
$MgSO_4$ M	2	0,2	8
Solução de micros (-Fe)	1	0,1	4

O ferro era aplicado semanalmente como quelato, na concentração de 1 ml por litro de solução, ou seja, 40 ml por recipiente.

A fonte de fósforo foi o KH_2PO_4 , aplicado totalmente no início dos ensaios.

Para o capim Napier, os níveis utilizados foram: 0, 5, 25 e 125 ppm de fósforo. O ensaio constou de quatro repetições, dispostos em delineamento inteiramente casualizado.

Para os capins colonião, jaraguá e gordura, usaram-se os seguintes níveis: 2,5 ; 5 ; 10 ; 20 e 40 ppm de fósforo, dispostos inteiramente ao acaso, com três repetições.

O Napier foi transplantado para os tambores em 5/12/68 e co-

lhido 33 dias após (7/1/69). O colônião foi transplantado em 11/1/69 e colhido 33 dias depois (13/2/69). O jaraguá foi transplantado em 1/4/69 e colhido 48 dias após (19/5/69), já no início da época de seu florescimento. O gordura foi transplantado em 16/10/69 e colhido em 25/11/69, 40 dias após o transplante.

Foram transplantadas quatro mudinhas por tambor, deixando-se, por desbaste, uma semana após, as duas plantas mais desenvolvidas.

À medida que o nível da solução nutritiva dos tambores ia baixando, por evaporação e transpiração, era novamente completado com água de torneira.

Periódicamente determinou-se o índice de pH das soluções nutritivas com o auxílio do papel de tornassol, fluctuando sempre entre 5,5 a 6,0 não havendo diferenças entre os diversos tratamentos.

Todos os capins foram pulverizados duas vezes por semana, com Endrin*, na concentração de 0,2%, para se evitar o ataque de lagartas (Mocis repanda e Lafigma frugiperda).

4.1.2. Colheita do material

Na colheita dos capins, foram descritos os sintomas de deficiência. Fêz-se também, a contagem do número de perfilhos por recipiente, excessão feita para o capim jaraguá, em virtude do seu sistema de perfilhamento dificultar tal procedimento.

Cortou-se a parte aérea e pôs-se a secar, em estufa a 70°C. Pesou-se o material sêco e moeu-se em moinho Wiley, malha 20, para posterior análise química.

As raízes foram lavadas e postas a secar, em estufa a 70°C, após o que foram pesadas.

* Concentrado emulsionável com 19,5% de princípio ativo. Gentilmente cedido pelo Prof.Dr. F.A.M.MARICONI.

4.1.3. Análise química do material

Os métodos analíticos empregados foram os seguintes:

Fósforo total - Método do vanadomolibdato de amônio, descrito por LOTT et alii (1956).

Fósforo solúvel em solução de ácido acético a 2%, descrito por GALLO (1960).

4.2. Resultados e Discussão

4.2.1. Sintomas visuais de deficiência

4.2.1.1. Capim Napier

Tratamento com 0 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas pouco desenvolvidas, raquíticas e com perfilhamento reduzido. Somente metade das plantas produziram um perfilho, sendo este de aspecto enfezado.

Fôlhas inferiores totalmente secas. Fôlhas intermediárias algumas de coloração verde pálida na base e laivos arroxeados nas pontas, outras com coloração totalmente arroxeadas e com as pontas secas. Fôlhas mais novas de alguns perfilhos, com laivos arroxeados e de outros, com coloração verde aparentemente normal, sendo porém, tôdas de tamanho reduzido.

Sistema radicular pouco desenvolvido, com número reduzido de raízes, muito compridas, delgadas e com poucos pêlos absorventes.

Tratamento com 5 ppm de P na solução nutritiva.

As plantas apresentavam perfilhamento razoável, sendo os perfilhos, entretanto, pouco desenvolvidos e com fôlhas pequenas em rela-

ção aos tratamentos com doses maiores de fósforo.

Fôlhas inferiores, algumas totalmente sêcas e as outras de coloração roxa intensa.

Fôlhas médias, algumas totalmente roxas, outras apresentando apenas a nervura principal e as pontas das fôlhas, arroxeadas. Fôlhas mais novas aparentemente normais, porém de menor tamanho que as das plantas com doses maiores de fósforo.

As bainhas que envolviam o caule, apresentavam também, tonalidade arroxeadada intensa (fig. 10).

Sistema radicular menos desenvolvido e ramificado que o das plantas vegetando em doses mais altas de fósforo.

HAAG et alii (1965 op. cit.) mencionam que em plantas de Napier cultivadas em solução nutritiva deficiente em fósforo "as fôlhas velhas apresentavam laivos arroxeados". Esta característica é bastante comum, em condições de campo em solos com baixo teor de fósforo, sendo bastante acentuada em plantinhas provenientes de sementes, atingindo às vezes as fôlhas mais novas, em virtude das poucas reservas de fósforo existentes nas mesmas.

Tratamento com 25 e 125 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas com abundante perfilhamento. Perfilhos bem desenvolvidos e com fôlhas grandes, largas e de coloração verde intensa.

Algumas bainhas que envolvem o caule, apresentavam coloração avermelhada, normal da planta (fig. 11).

Sistema radicular abundante, desenvolvido e ramificado, apresentando muitos pêlos absorventes. Notava-se também a presença de muitas raízes novas, curtas, grossas, não ramificadas e que ainda não haviam emitido pêlos absorventes. Estas raízes provinham principalmen

te de perfilhos que estavam em início de desenvolvimento.

4.2.1.2. Capim colônia

Tratamento com 2,5 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas pouco desenvolvidas e com perfilhamento reduzido.

Fôlhas, em geral, de tamanho menor e apresentando uma coloração verde mais pálida que nas plantas dos tratamentos com os níveis mais altos de fósforo. Aspecto êste que faz lembrar a deficiência de nitrogênio. Maioria dos perfilhos apresentando secamento intenso das fôlhas mais velhas, atingindo inclusive as terceiras fôlhas. Êste secamento se inicia nas pontas e caminha para a base das fôlhas, sendo mais avançado nos bordos, enquanto que para o nitrogênio o secamento é mais intenso ao longo da nervura central, o que faz distinguir a deficiência de fósforo da de nitrogênio, como já foi relatado na primeira parte da tese, onde se descreveram os sintomas de deficiência dêstes dois macronutrientes para o capim colônia (figs. 1 e 4).

As bainhas que envolviam o caule, apresentavam uma coloração verde pardacenta em contraste com a coloração verde-azulada normal nos tratamentos com níveis mais altos de fósforo.

Sistema radicular com pequeno número de raízes, sendo estas muito longas, porém mais finas e com pêlos absorventes escassos e pouca ramificação.

Nunca se constatou, em condições de campo, sintomas de arroxamento em capim colônia, apesar da grande importância que tem o fósforo na nutrição dêste capim. Os dados da presente tese, revelam ser os sintomas de deficiência de fósforo traduzidos por outros sintomas visuais que não arroxamento de fôlhas.

Tratamento com 5 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas um pouco mais desenvolvidas que as do tratamento com 2,5 ppm, mas apresentando menor desenvolvimento que as dos tratamentos com doses mais altas. Menor número de perfilhos e perfilhos e fôlhas menores.

Coloração das fôlhas, de um verde levemente mais claro que nos tratamentos com doses mais elevadas. Secamento de fôlhas somente a partir das de número 4 .

Côlmos também com coloração verde ligeiramente pardacenta ao contrário do verde-azulado normal.

Sistema radicular aparentemente menos desenvolvido que nos tratamentos com doses maiores de fósforo.

Tratamento de 10, 20 e 40 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas bem desenvolvidas, com côlmos mais grossos que nas plantas com doses mais baixas de fósforo. Fôlhas grandes e bem desenvolvidas, com coloração verde normal. Secamento das fôlhas só a partir das de número 5, apresentando as de número 4 uma coloração ainda verde normal.

Coloração dos côlmos, de um verde-azulado, normal do capim colônia.

Sistema radicular bastante desenvolvido, com abundante ramificação e grande número de pêlos absorventes.

* Entende-se por fôlha 4, a 4ª fôlha contada de cima para baixo, sendo a 1ª, aquela mais nova e completamente desenvolvida (que já está com a lígula visível).

4.2.1.3. Capim gordura

Tratamento com 2,5 ppm de P na solução nutritiva.

Plantas com menor desenvolvimento e perfilhamento que as dos tratamentos com níveis mais altos de fósforo. Apresentavam, além disto, cólmos tortuosos, endurecidos e quebradiços. Ao passo que as plantas normais eram eretas, delicadas e macias ao tato.

Fôlhas intermediárias apresentando laivos arroxeados, que ao se tornarem mais velhas tomavam uma coloração marron-avermelhada e a seguir secavam por igual. Grande número de fôlhas mortas por planta em virtude do secamento intenso e constante. Poucas fôlhas vivas por perfilho.

Bainhas das fôlhas mais velhas, que envolviam os cólmos, com a coloração também marron-avermelhada, conferindo este aspecto aos mesmos (fig. 12).

Sistema radicular pouco desenvolvido, com raízes muito longas, delgadas e pouco ramificadas.

WOODHOUSE (1964 Op. cit.) cita que a aparência geral de gramíneas perenes em solos com inadequado suprimento de fósforo é de um "stand" ralo, com plantas de aparência bastante grosseira, além da maioria delas apresentarem o arroxeadamento típico de deficiência de fósforo. Estes sintomas se apresentaram bem claros no capim gordura.

É interessante ressaltar que, apesar do capim gordura ser um capim tido como capaz de se desenvolver bem em solos pobres, pode-se observar em diversas regiões do Estado de São Paulo e do Brasil, pastos de gordura com os sintomas atrás descritos. A produção por certo, será baixa em tais condições, visto que quando êle chega a apresentar sintomas visuais de deficiência de fósforo, a sua produtividade foi afetada.

Tratamentos com 5, 10, 20 e 40 ppm de fósforo.

Plantas apresentavam crescimento vigoroso, com colmos eretos, delicados e macios ao tato. Visualmente não se notava distinção de desenvolvimento entre as plantas destes tratamentos.

Folhas grandes e de coloração verde normal. Bainhas que envolvem os colmos, apresentando uma coloração verde com laivos avermelhados característicos de uma planta sadia. Colmos também verdes, com alguns laivos avermelhados característicos. Notavam-se algumas folhas inferiores já amarelcidas, estágio que precede ao secamento normal para dar lugar ao surgimento de novas folhas (fig. 13).

Sistema radicular exuberante e em forma de cabeleira, com raízes espessas e relativamente curtas, abundante ramificação e presença de muitos pêlos absorventes.

4.2.1.4. Capim jaraguá

Tratamento com 2,5 ppm de P na solução nutritiva.

Na data da colheita, este tratamento apresentava plantas com desenvolvimento e perfilhamento reduzidos.

As folhas mais velhas e médias apresentavam um arroxamento intenso, estendendo-se este arroxamento, às bainhas destas folhas. Folhas mais novas apresentando arroxamento apenas nas pontas, o qual com o tempo se prolonga para a base e mais acentuadamente através das margens, permanecendo a região da nervura da folha, por mais tempo verde. Secamento bastante intenso das folhas mais velhas, o qual começa pelas pontas e se prolonga para a base, através dos bordos (fig. 14).

Sistema radicular reduzido, raízes muito compridas, delgadas, quebradiças e quase que sem nenhuma ramificação e com poucos pêlos ab -

sorventes.

Nenhum perfilho apresentava alongamento do cólmo para emissão do pendão floral, apesar da data coincidir com a época de florescimento do capim.

Tratamentos com 5, 10, 20 e 40 ppm de fósforo.

Desenvolvimento aparentemente igual em todos os níveis, com perfilhamento abundante, tendo já alguns perfilhos, iniciado a emissão do pendão floral.

Sistema radicular bem desenvolvido, ramificado e com muitos pêlos absorventes.

Fôlhas de uma coloração verde normal, sendo que apenas algumas apresentando ligeiro avermelhamento nas pontas (fig. 15).

Salienta-se que, no ensaio dêste capim para obtenção dos sintomas de deficiência dos macronutrientes, constante da primeira parte desta tese, as plantas de todos os tratamentos, inclusive do completo, apresentaram um avermelhamento intenso das fôlhas. Aventou-se a possibilidade de tal avermelhamento estar relacionado com a radiação solar. O ensaio foi realizado em pleno período de verão e em condições de casa de vegetação, onde em certos dias a temperatura atingia a níveis superiores aos do ambiente externo, acentuando os efeitos da radiação solar. Por outro lado, o presente ensaio com o capim jaraguá, foi realizado no outono, época de clima mais ameno e, ao ar livre. O que poderia explicar o não aparecimento do avermelhamento intenso ocorrido no ensaio citado anteriormente e notado normalmente em condições de campo, com maior e menor intensidade.

4.2.2. Efeito dos níveis crescentes de fósforo sobre a produção.

Os efeitos dos níveis crescentes de fósforo sobre a produção de matéria seca da parte aérea e também das raízes, dos capins colônião, gordura e jaraguá, aparecem no quadro XIII e do capim Napier, no quadro XIV.

Para o capim colônião, a produção de matéria seca tanto da parte aérea como das raízes, foi crescente com o aumento das concentrações de fósforo na solução nutritiva. O mesmo aconteceu com a parte aérea do capim Napier. Isto indica que estes dois capins necessitam de quantidades elevadas de fósforo para atender ao seu crescimento rápido e ativo. Em solos pobres de fósforo tal crescimento é retardado e limitado, como mostram os trabalhos com colônião, realizados por QUINN, MOTT & BISSCHOFF (1961), por WERNER, QUAGLIATO & MARTINELLI (1967) e por WERNER, PEDREIRA & QUAGLIATO (1967), entre outros.

O peso do sistema radicular para o capim Napier foi crescente até a penúltima dose de fósforo usada, decrescendo, entretanto, com a dose mais elevada, como mostram os dados do quadro XIV. Isto pode ser explicado pelo motivo de que as raízes encontrando os nutrientes, principalmente o fósforo, facilmente disponíveis, não precisam se expandir muito. Com efeito, nos níveis mais baixos de fósforo, as raízes de todos os quatro capins estudados, apesar de serem em menor número e mais finas, eram sempre de comprimento bem maior que nos tratamentos com níveis mais altos do elemento.

O capim gordura teve um grande aumento de produção, tanto da parte aérea quanto das raízes, apenas do nível menor (2,5 ppm) para o segundo nível de fósforo (5 ppm) na solução nutritiva. As produções dos terceiro e quarto níveis (10 e 20 ppm) foram idênticas à do segundo

Quadro XIII - Capins colônia, gordura e jaraquá - Produção de matéria seca (a 70°C) da parte aérea (em g/recipiente), P% na matéria seca a 70°C, peso seco das raízes (em g/recipiente) e número de perfilhos por recipiente. Médias das três repetições.

Ppm de P na solução nutritiva	Capim		Colônia		Capim		Gordura		Capim		Jaraquá	
	Parte aérea	P%	Raízes	Nº per- filhos	Parte aérea	P%	Raízes	Nº per- filhos	Parte aérea	P%	Raízes	P%
2,5	24,8	0,07	7,3	17	23,3	0,07	8,4	58	10,8	0,16	3,3	
5,0	31,2	0,10	9,8	26	50,0	0,13	14,5	128	17,5*	0,30*	4,3*	
10,0	52,2*	0,17*	13,4*	35*	49,0	0,27	13,6	135	18,5	0,41	4,9	
20,0	63,9	0,27	13,9	35	49,0	0,33	14,5	118	18,6	0,58	6,3	
40,0	77,0	0,28	16,3	39	56,0	0,40	17,3	135	15,6	0,64	4,2	
C.V.	23,7%	36,4%	20,7%	13,0%	16,4%	11,3%	20,3%	21,3%	25,8%	19,5%	23,3%	
d.m.s. 5%	32,4g	0,13%	6,9g	11	20,4g	0,07%	7,4g	66	n.s.	0,23%	n.s.	
d.m.s. 5%	35,9g	0,14%	7,6g	12	---	---	---	---	---	0,25%	---	

* Médias de duas repetições.

** Entre médias com três repetições.

*** Entre médias com duas repetições, contra médias com três repetições.

Quadro XIV - Capim Napier - Produção de matéria seca (a 70°C) da parte aérea (em g/recipiente), P% na matéria seca a 70°C, peso seco das raízes (em g/recipiente) e número de perfilhos por recipiente. Médias de quadro repetições.

Ppm. de P na sol. nutritiva	Parte aérea	P%	Raízes	Nº de perfilhos
0	1,4	0,09	1,1	3
5	3,9*	0,10**	7,3*	11*
25	33,6	0,31	20,0	18
125	40,7	0,68	17,3	17
C.V.	43,2%	22,3%	43,8%	26,3%
dim. s. 5% **	20,2g	0,15%	10,9g	7,0
dim. s. 5% ***	21,9g	0,16%	11,8g	7,5

* Médias de três repetições.

** Entre médias com quatro repetições.

*** Entre as médias de três repetições contra as de quatro.

nível, enquanto que a do nível mais alto (40 ppm) foi ligeiramente maior que as produções dos segundo, terceiro e quarto níveis. Isto parece confirmar a capacidade do gordura em extrair fósforo do meio em que se desenvolve, e de se estabelecer em solos pobres. Entretanto, em solos com teores muito baixos deste elemento a sua produtividade poderá ser afetada.

GOMIDE (1966), em Viçosa, estudou, em pequenas parcelas, o efeito da adubação com diversos elementos, na produção do capim gordura vegetando em um solo pobre. Observou que as maiores respostas foram para o potássio. O fósforo produziu aumentos apenas com a primeira dose (100 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato simples). A produção com a segunda dose (200 kg/ha de P_2O_5) foi ligeiramente inferior à da primeira dose. PEDREIRA et alii (1965 op. cit.) em estudos preliminares de introdução de plantas forrageiras em solos pobres do Sul do Estado de São Paulo (Itapetininga), constataram que o capim gordura teve, quando recebia adubação completa, produção 2,4 vezes maior do que sem adubação. WERNER & MATOS (1970)* em ensaio de vasos com um solo de Nova Odessa, Estado de São Paulo, relativamente pobre em fósforo, constataram que o baixo teor deste elemento no referido solo, limitava grandemente a produção máxima do capim gordura. O pasto de gordura existente no local onde foi coletado o solo, apresenta arroxamento de folhas e outros sintomas, como os assinalados no presente trabalho, embora em escala menos acentuada.

O capim jaraguá teve aumento acentuado de produção da parte aérea, apenas do primeiro para o segundo nível de fósforo. A produção dos níveis 2, 3 e 4 praticamente se equivaleram e no nível mais alto houve queda em relação a estes três níveis. O peso das raízes aumen -

* Não publicado.

tou paulatinamente até o quarto nível, decrescendo bruscamente no nível mais alto, como mostram os dados do quadro XIII.

Parece, pelos dados obtidos, que o capim jaraguá não responderia a aplicações elevadas de fósforo. Entretanto, deve-se levar em conta que seu cultivo coincidiu com o período de outono, no qual houve, além disto, quedas acentuadas de temperatura. Também se estendeu até o início do período de florescimento, quando há uma quase interrupção do crescimento vegetativo, para dar lugar ao processo de florescimento. Com efeito, pode-se observar pelos dados dos quadros XIII e XIV que a produção do capim jaraguá foi bem menor que a dos outros três capins, em qualquer dos níveis de fósforo empregados. Com o menor ritmo de crescimento devido aos fatores expostos, os níveis de fósforo, na solução, que seriam deficientes em uma fase de crescimento mais ativo, foram suficientes nas condições do presente ensaio. Com efeito no trabalho da primeira parte, o fósforo foi, depois do nitrogênio, o elemento que mais limitou a produção do capim jaraguá. McCLUNG et alii (1958 op. cit.) cultivando em vasos, o capim jaraguá, num solo do tipo terra-roxa-misturada, colhido nas imediações de Pradópolis, Estado de São Paulo, verificaram que o tratamento em que se omitiu o fósforo foi o menos produtivo. AWAN (1965) já citado, obteve aumentos significativos de produção de matéria seca quando um pasto de jaraguá recebeu adubação de fósforo conjugado com potássio, tendo os teores de fósforo aumentado de 0,15% no pasto não adubado para 0,39% no adubado. WERNER (1970)* trabalhando, em ensaio de vasos com um solo de cerrado de São Simão e um solo de Nova Odessa, Estado de São Paulo, ambos com baixos teores de fósforo, obteve grandes aumentos de produção com a

* Não publicado.

adubação fosfatada para os capins colonião, gordura, jaraguá, Napier e Pangola.

4.2.3. Efeito dos níveis de fósforo sôbre os teores do elemento na planta.

Os teores de fósforo total e fósforo solúvel em ácido acético foram determinados apenas na parte aérea das plantas. Foram calculados os coeficientes de correlação r (PIMENTEL GOMES, 1966), entre estas duas formas de fósforo, encontrando-se para todos os capins, correlações altamente positivas entre elas.

Os dados abaixo mostram os coeficientes de correlação encontrados, bem como a percentagem média que o fósforo solúvel representou do fósforo total presente nos tecidos dos capins..

C a p i n s	Coeficiente de Correlação (r)	Porcentagem de P solúvel em função do P total
Colonião	0,994	78,6
Gordura	0,992	62,7
Jaraguá	0,993	76,1
Napier	0,998	74,3

ULRICH & BERRY (1961), estudando a nutrição fosfatada em Phaseolus limensis Macf., Var. Fordhook Concentrated, encontraram também, valores estreitamente paralelos entre fósforo total e fósforo solúvel em ácido acético a 2%, concluindo que qualquer destas duas formas serve como base para se estimar o estado nutricional da planta. Prefe -

rem, contudo, usar o método do fósforo solúvel em ácido acético.

No quadro XIII constam os teores de fósforo total para os capins colônião, gordura e jaraguá e no quadro XIV, para o capim Napier. No quadro XV são mostrados os teores de fósforo solúvel em ácido acético a 2%, encontrados nos capins.

Os teores de fósforo foram sempre crescentes com o aumento dos níveis do elemento na solução nutritiva, para qualquer dos capins.

Comparando-se as porcentagens de fósforo total nos capins colônião, gordura e jaraguá, que foram cultivados com as mesmas doses crescentes de fósforo, verifica-se que o colônião teve sempre os teores mais baixos em qualquer dos níveis empregados, enquanto que a gordura teve teores intermediários e o jaraguá, os teores mais elevados. Deve-se levar em conta, entretanto, que os capins foram cultivados em épocas diferentes, embora colhidos aproximadamente num mesmo estágio de crescimento. O jaraguá foi cultivado no outono, época em que o ritmo de crescimento mais lento, devido às condições de temperatura, poderia ocasionar acúmulo de fósforo nos tecidos. Na primeira parte desta tese, este capim apresentou teores relativamente baixos de fósforo, mesmo no tratamento completo. A época porém, era propícia ao seu crescimento rápido e ativo, permitindo a "diluição" do elemento em seus tecidos. O capim colônião apresentou, também, teores bastante baixos de fósforo, mesmo no tratamento completo. Estava, entretanto, em início de florescimento quando foi colhido.

Trabalho de HAAG, BOSE & ANDRADE (1967), já mencionado, no qual os capins colônião, gordura, jaraguá, Napier e Pangola foram cultivados ao mesmo tempo, em solo sem limitações de nutrição fosfatada, os teores de fósforo não variaram muito entre os capins, tendo porém, decrescido acentuadamente com o avançar da idade das plantas.

Estes fatos tornam difícil comparar os teores de fósforo obtidos em condições diferentes, em virtude da extrema variação dos mesmos com a idade da planta, época do ano e estágio de crescimento.

Quadro XV - Teores de fósforo solúvel em ácido acético a 2%, expressos em ppm na matéria seca a 70°C, encontrados nos capins coloniãõ, gordura e jaraguá (médias de três repetições) e no capim Napier (médias de quatro repetições).

Ppm. de P na sol. nutritiva	Coloniãõ	Gordura	Jaraguá	Napier
0	-	-	-	462
2,5	433	332	839	-
5,0	663	629	1.948*	487**
10,0	1.219*	1.577	3.356	-
20,0	2.280	2.294	4.452	-
25,0	-	-	-	2.121
40,0	2.301	2.747	5.089	-
125,0	-	-	-	5.593
C.V.	37,9%	16,0%	23,6%	28,9%

* Médias de duas repetições.

** Médias de três repetições.

4.2.4. Efeito dos níveis de fósforo sobre o perfilhamento.

No quadro XIII são mostrados o número de perfilhos encontrados nos capins colônião e gordura e no quadro XIV, no capim Napier, em função dos tratamentos.

O número de perfilhos aumentou sensivelmente com os níveis de fósforo na solução nutritiva. No nível mais baixo, como já foi mencionado, o perfilhamento foi extremamente reduzido para todos os capins, aumentando bruscamente nos níveis seguintes e mantendo-se aproximadamente constante nos níveis mais elevados de fósforo na solução nutritiva.

WERNER, QUAGLIATO & MARTINELLI (1967 op. cit.) em ensaio de vasos com solo de um pasto de colônião, esgotado e completamente invadido por plantas indesejáveis, da região noroeste do Estado de São Paulo (Andradina), verificaram que o solo deficiente em fósforo, inibia acentuadamente o perfilhamento deste capim.

Uma das principais consequências da deficiência de fósforo em condições de campo, ao limitar o desenvolvimento e perfilhamento das gramíneas úteis, é deixar espaços livres no pasto. Isto permite o crescimento de plantas invasoras menos exigentes no elemento, como por exemplo a batatais (Paspalum notatum Flugue), entre outras. Este tem sido um dos motivos da degradação de muitas pastagens de colônião na região noroeste do Estado de São Paulo.

4.3. Conclusões

- 1) Os níveis mais baixos de fósforo nas soluções nutritivas, provocaram nítidos sintomas visuais de deficiência do elemento e limita-

ram extremamente o perfilhamento e o desenvolvimento das raízes dos capins.

- 2) *As produções dos capins Napier e colonião, foram crescentes até o nível máximo de fósforo usado na solução nutritiva (125 ppm para o Napier e 40 ppm para o colonião).
- 3) O capim gordura atingiu produção quase máxima com o segundo nível empregado (5 ppm), estabilizando-se praticamente com os níveis mais altos.
- 4) O capim jaraguá aumentou sua produção até o penúltimo nível (20 ppm), decrescendo de produção com o maior nível (40 ppm).
- 5) Os teores de fósforo, nos capins, foram sempre crescentes com o aumento das doses de fósforo na solução nutritiva.
- 6) O capim colonião teve sempre os teores mais baixos de fósforo total, em qualquer dos níveis empregados. O capim jaraguá apresentou os teores mais elevados, enquanto que os capins Napier e gordura mostraram teores intermediários.
- 7) Encontrou-se correlação altamente positiva entre os teores de fósforo total e fósforo solúvel em ácido acético a 2%, nos capins.

* * *

5. CONCLUSÕES GERAIS

As principais conclusões resultantes dos ensaios da primeira parte do trabalho são:

1) Foram identificados sintomas nítidos de carência de nitrogênio, cálcio, potássio e fósforo no capim colônião e de nitrogênio, fósforo e potássio no capim jaraguá. Não apresentaram sintomas bem definidos, as plantas de colônião carentes em magnésio e as plantas de jaraguá, carentes em cálcio. Não foram constatados sintomas de deficiência de enxôfre, nos capins colônião e jaraguá e de magnésio no capim jaraguá.

2) A deficiência de nitrogênio foi a que mais limitou a produção de matéria seca e o desenvolvimento das raízes, do capim colônião, seguindo-se as deficiências de cálcio, potássio e fósforo. A deficiência de magnésio afetou muito pouco a produção do capim colônião e o tratamento em que se omitiu o enxôfre não afetou o desenvolvimento do mesmo.

3) A carência de nitrogênio foi, também, a que mais reduziu a produção de matéria seca e o desenvolvimento das raízes do capim jaraguá, seguindo-se as carências de fósforo, potássio e cálcio. A carência de magnésio reduziu apenas o peso das folhas mais velhas e das raízes, enquanto que o tratamento em que se omitiu o enxôfre teve produção ligeiramente superior à do tratamento completo.

4) Os teores dos macronutrientes, tanto no capim colônião como no jaraguá, foram acentuadamente mais baixos nos tratamentos com

omissão de cada um dos respectivos macronutrientes, do que no tratamento completo, em qualquer das partes em que foram divididas as plantas. Variaram, também, entre as partes.

As principais conclusões da segunda parte do trabalho são:

1) Os níveis mais baixos de fósforo nas soluções nutritivas provocaram nítidos sintomas visuais de deficiência do elemento e limitaram o perfilhamento e o desenvolvimento radicular dos capins colônião, gordura, jaraguá e Napier.

2) As produções dos capins colônião e Napier aumentaram até o nível máximo de fósforo na solução nutritiva (125 ppm para o Napier e 40 ppm para o colônião). O capim gordura aumentou bruscamente de produção do nível mais baixo (2,5 ppm) para o segundo nível (5 ppm), estabilizando-se praticamente nos demais níveis. O capim jaraguá aumentou de produção até o penúltimo nível (20 ppm), sofrendo decréscimo com o nível máximo (40 ppm).

3) Os teores de fósforo nos capins, foram sempre crescentes com o aumento dos níveis de fósforo na solução nutritiva. O capim colônião apresentou sempre os teores mais baixos de fósforo total, em qualquer nível, e o capim jaraguá os mais elevados, tendo os capins Napier e gordura apresentado teores intermediários.

4) Encontrou-se alta correlação positiva entre os teores de fósforo total e fósforo solúvel em ácido acético a 2%, nos capins.

6. RESUMO

O trabalho consta de duas partes. Na primeira parte, procurou-se obter sintomas visuais de deficiência dos macronutrientes e dados analíticos de plantas adequada e inadequadamente nutridas, para os capins colonião e jaraguá, cultivados em solução nutritiva.

Em casa de vegetação, plantas de capim colonião (Panicum maximum Jacq.) e de capim jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees), Stapf.), obtidas de sementes germinadas em vermiculita, foram cultivadas em recipientes de folhão de zinco com aproximadamente vinte kg de sílica e irrigadas duas vezes ao dia com solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950). Aplicou-se solução completa, para se obter um desenvolvimento inicial, após o que passou-se a aplicar as soluções com omissão de cada um dos macronutrientes por vez. Após a constatação das carências nutricionais, as plantas foram colhidas, divididas em: folhas novas, folhas velhas, côlmos e raízes, secas em estufa a 70°C, pesadas e analisadas quantitativamente para os macronutrientes.

Para o capim colonião, foram identificados sintomas nítidos de carência de nitrogênio, cálcio, potássio e fósforo. Os sintomas de deficiência de magnésio foram pouco nítidos e não se conseguiu identificar sintomas de carência de enxôfre.

A omissão de nitrogênio foi a que mais reduziu o crescimento do capim colonião, seguindo-se as omissões de cálcio, potássio, fósforo e magnésio. A omissão de enxôfre não afetou a produção do capim colonião.

Para o capim jaraguá, conseguiu-se obter sintomas claros de deficiência apenas nos tratamentos em que se omitiram nitrogênio, fósforo e potássio. As plantas carentes de cálcio não apresentaram sinto

mas de deficiência definidos e não se conseguiu identificar nenhum sintoma visual de carência de magnésio e de enxôfre.

A omissão de nitrogênio foi, para o capim jaraguá a que mais limitou o seu crescimento e produção, seguindo-se as omissões de fósforo, potássio e cálcio. A omissão de magnésio quase não afetou o desenvolvimento deste capim e o tratamento em que se omitiu o enxôfre teve produção ligeiramente superior à do tratamento completo.

Os teores dos macronutrientes nos tecidos dos capins colonião e jaraguá, foram muito mais baixos nos tratamentos com omissão de cada um dos respectivos macronutrientes, comparado com os do tratamento completo. Os teores dos macronutrientes variaram de acordo com a parte da planta, independentemente da omissão ou não dos mesmos na solução nutritiva.

Na segunda parte, procurou-se verificar o efeito de níveis de fósforo na solução nutritiva sobre a produção e o teor deste elemento, nos capins colonião (Panicum maximum Jacq.), gordura (Melinis minutiflora Pal. de Beauv.), jaraguá (Hyparrhenia rufa (Nees), Stapf.) e Napier (Pennisetum purpureum Schum.).

Mudas destes capins foram cultivadas em tambores com capacidade para 40 litros de solução nutritiva. As plantas foram mantidas nos tambores, suportadas por tela de arame, fixas em armação de madeira. Os tambores foram mantidos ao ar livre.

A solução nutritiva básica usada foi a solução "menos fósforo" de HOAGLAND & ARNON (1950), modificada quanto ao fornecimento de ferro. A fonte de fósforo foi o KH_2PO_4 , aplicado totalmente no início dos ensaios.

Os níveis utilizados para o capim Napier foram: 0, 5, 25 e 125 ppm de fósforo, com quatro repetições por nível. Os capins colôniã, gordura e jaraguá foram cultivados com os seguintes níveis de fósforo: 2,5 ; 5 ; 10 ; 20 e 40 ppm, com três repetições por nível. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. O ensaio com cada capim foi realizado em época diferente sendo, porém, os capins colhidos aproximadamente num mesmo estágio de crescimento.

Os níveis mais baixos de fósforo nas soluções nutritivas provocaram nítidos sintomas visuais de deficiência do elemento e limitaram extremamente o perfilhamento e o desenvolvimento radicular dos quatro capins. As produções dos capins Napier e colôniã aumentaram até o nível máximo de fósforo utilizado na solução nutritiva (125 ppm para o Napier e 40 ppm para o colôniã). O capim gordura aumentou bruscamente de produção do nível mais baixo (2,5 ppm) para o segundo nível (5 ppm), estabilizando-se praticamente nos demais níveis. O capim jaraguá aumentou de produção até o penúltimo nível (20 ppm), sofrendo decréscimo com o maior nível usado (40 ppm).

Os teores de fósforo, nos quatro capins, foram sempre crescentes com o aumento das doses de fósforo na solução nutritiva. O capim colôniã apresentou os teores mais baixos, em qualquer nível e o jaraguá os mais elevados, tendo os capins Napier e gordura teores intermediários.

Foram dosados os teores de fósforo total e fósforo solúvel em ácido acético a 2%, encontrando-se correlação altamente positiva entre estas duas formas, em todos os capins.

7. SUMMARY

Studies on the mineral nutrition of several tropical grasses

In the first part of the present thesis Guineagrass and Jaraguagrass were grown in sand culture and irrigated with HOAGLAND & ARNON'S (1950) nutrient solution. After an adaptation-period groups of plants were exposed to nutrient solutions lacking one macronutrient at the time.

Deficiencies symptoms for N, Ca, K and P were identified and described for Guineagrass. Deficiency symptom for Mg was unclear. No symptom for S deficiency were detected in this grass.

In the case of Jaraguagrass clear symptoms of deficiencies of N, P and K were identified. Symptoms of Ca deficiency were unclear and no symptoms were obtained for Mg and S.

The rate of growth for Guineagrass decreased in the following order of element omitted from the nutrient solution: N, Ca, K, P and Mg. For the Jaraguagrass the order of growth reduction was: N, P, K and Ca. The lack of Mg or S did not affect the growth of this grass.

The plants were separated into new and old leaves, stems and roots and analysed for the macronutrients.

The data (in Portuguese text) show lower values in undernourished plants when compared with healthy ones.

In the second part of the thesis effects of different phosphorus levels in the solution on the rate of growth and chemical composition of Guineagrass, Molassesgrass, Jaraguagrass and Napiergrass were

investigated.

The plants were grown in tanks containing each 40 liters of HOAGLAND & ARNON'S (1950) nutrient solution.

The phosphorus (P) levels for Napiergrass were: 0, 5, 25 and 125 ppm; plants of Guineagrass, Molassesgrass and Jaraguagrass were at following phosphorus (P) levels: 2.5, 5, 10, 20 and 40 ppm.

The phosphorus was furnished at once, while the others nutrients were supplied periodically.

The lower levels of P in the nutrient solution, limited the growth of the roots and the tillering of the grasses and induced deficiency symptoms of that element.

Napiergrass grew (expressed as dry matter weight) until 125 ppm of P in the solution and Guineagrass until 40 ppm.

Molassesgrass showed an intensive growth up to 5 ppm. No difference on the growth rate was observed at the remaining levels of P.

Jaraguagrass grew until 20 ppm of P. The higher level of P (40 ppm) inhibited the growth. The P content observed in the grasses was in the following order: Guineagrass < Napiergrass = Molassesgrass < Jaraguagrass.

Positive correlation was observed between total P and soluble P (acetic ac. 2%) in all the grasses.

* * *

8. LITERATURA CITADA

- ALBA, J. de. 1961 Carências minerais do animal que vive de pastoreio. (In: Fundamentos de manejo de pastagens. São Paulo, Dep. Prod. Animal, p. 157-168).
- 1961a. Capacidade das pastagens para preencher os requisitos de energia e proteína dos herbívoros. (In: Fundamentos de manejo de pastagens. São Paulo, Dep. Prod. Animal, p. 150-156).
- AWAN, A.B. 1965. Fertilization of old jaraguá pastures in Honduras. São Paulo, Anais IX Cong. Inter. Past. 1: 675-676.
- BRADSHAW, A.D., M.J. CHADWICK, D. JOWETT, R.W. LODGE & R.W. SNAYDON. 1960. Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species. Part III. Phosphate level. J.Ecol., 48:631-637.
- CHICCO, C.F. & M.H. FRENCH. 1959. Observaciones sobre deficiencias del calcio y fósforo en los animales de las regiones del centro y este de Venezuela. Agronomia Trop., 9(2):41-62.
- FRENCH, M.H. & L.M. CHAPARRO. 1960. Contribution al estudio de la composition química de los pastos en Venezuela durante la estacion seca. Agronomia Trop., 10(2):57-69.
- GALLO, J.R. 1960. Dosagem do fósforo solúvel, nas folhas. Bragançtia, 19(2ª parte): cliii-clvi.
- GAVILLON, O. 1961 Levantamento da composição mineral das pastagens do Rio Grande do Sul. A Granja, 18(175):34-36.

- GAVILLON, O. & A.THEREZA QUADROS. 1969. Variações no teor de potássio nas pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Dep. Prod. Animal da S.A. do Rio Grande do Sul. (Boletim Técnico nº 14).
- GIOVINE, N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. Belo Horizonte. Anais II Cong. Bras. Veterinária. (In: JARDIM, W.R., A.M. PEIXOTO & C.L. MORAIS. 1962. Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". (Bol. Tecn. Cient. nº 13).
- GOMIDE, J.A. 1966. Estudo em pequenas parcelas sobre a fertilização do capim gordura, Melinis minutiflora, Pal. de Beauv. Rev. Ceres, 13(75):165-181.
-, C.H. NOLLER, G.O. MOTT, J.H. CONRAD & D.L. HILL. 1969. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and "in vitro" cellulose digestibility of tropical grasses. Agron., J., 61(1):116-120.
-, 1969a. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. Agron. J., 61(1):120-123.
- HAAG, H.P. 1965. Nutrição mineral da cana. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz". (Tese para Livre Docência).
-, F.A.F. MELLO, H.O.C. BRASIL SOBRº, A. COBRA NETTO, R.G. ANDRADE & R.G. COELHO. 1965. Estudos sobre a nutrição mineral do Pennisetum purpureum Schum., Var. Napier cultivado em solução nutritiva. São Paulo, Anais IX Cong. Inter. Past., 1:691-695.

- HAAG, H.P., M.I.V. BOSE & R.G. ANDRADE. 1967. Absorção dos macro-nutrientes pelos capins colonião, gordura, jaraguá, Napier e Pango la. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 24:177-188.
- 1968. Ensaio com soluções nutritivas. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz". (Disciplina Nutrição Mineral Geral, Curso Pós-Graduado de Nutrição de Plantas, Exercício nº 2).
- HENZEL, E.F. 1962. The use of nitrogen fertilizers on pastures in the subtrpics and tropics. (In: A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures. Hurley, Berkshire, Commonw. Bur. Past. Field Crops, p.161-172. (Bull. nº 46).
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley, Calif. Agr. Exp. Sta. (Circular nº 347).
- JARDIM, W.R., C.L. MORAIS & A.M. PEIXOTO. 1952. Contribuição para o estudo da composição e valor nutritivo de plantas forrageiras. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 9:31-38.
-,, 1953. Contribuição para o estudo da composição e digestibilidade do capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Nees), Stapf.). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 10:277-284.
- JARDIM, W.R., A.M. PEIXOTO & C.L. MORAIS. 1962. Composição mineral de pastagens na região de Barretos no Brasil Central. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz". (Bol. Tec. Cient. nº 11).
-,, 1962a. Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz". (Bol. Tec. Cient. nº 13).

- JOHNSON, W.L.; L.S. CASTILLO, A.L. ORDOVEZA & W.A. HARDISON. 1965. Studies of the composition, intake and digestibility of guinea grass (Panicum maximum). J.Anim.Sci., 24(3):909.
- KOK, E.A., L.B. MACHADO & G.L. da ROCHA. 1946. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Bol. Ind. Animal, N.S., 3(3):18-44.
- LIMA, F.P., D. MARTINELLI, E.B. KALIL, H.J. SARTINI, G.L. da ROCHA & J.V.S. PEDREIRA. 1965/66. Produção de carne de bovinos em pastagens de gramíneas na região de Terras Roxas. Bol. Ind. Animal, N.S., 23 (nº único):83-90.
- LITTLE, S., J. VICENTE-CHANDLER & F. ABRUÑA. 1959. Yield and protein content of irrigated Napiergrass, Guineagrass and Pangolagrass as affected by nitrogen fertilization. Agron. J., 51(2):111-113.
- LOTT, W.L., J.P. NERY, J.R. GALLO & J.C. MEDCALF. 1956. A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Inst. Agron., (Bol. nº 79).
- MALAVOLTA, E. 1957. Práticas de Química Orgânica e Biológica. Piracicaba, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz". (Impresso).
- _____, H.P. HAAG, F.A.F. MELLO & M.O.C. BRASIL SOBRº. 1962. On the mineral nutrition of some tropical crops. Berna, Inter.Potash Inst.
- McCLUNG, A.C., L.H.N. FREITAS, J.R. GALLO, L.R. QUINN & G.O. MOTT. 1958. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, 17(3):29-44.
- _____, & L.R. QUINN. 1959. Respostas de grama batatais (Paspalum notatum) às aplicações de enxofre e fósforo. São Paulo, IBEC Res. Inst. (Bol. nº 13).

- MENICUCCI SOBRINHO, L. 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. Belo Horizonte, Anais II Congr. Bras. Veterinária. (In: JARDIM, W.R., A.M. PEIXOTO & C.L. MORAIS. 1962. Observações sobre deficiências minerais na nutrição dos bovinos na região do Brasil Central. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz". (Bol. Tec. Cient. nº 13).
- OAKES, A.J. 1966. Effect of nitrogen fertilization and harvest frequency on yield and composition of Panicum maximum Jacq. in dry tropics. Agron. J., 58(1):75-77.
- PEDREIRA, J.V.S., J.C. WERNER, G.L. da ROCHA & B. CINTRA. 1965. Estudos preliminares de introdução de plantas forrageiras no sul do Estado de São Paulo. São Paulo, Anais IX Congr. Inter. Past. 2: 1537-1541.
- PERKIN-ELMER. 1966. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Connecticut, Perkin-Elmer Corp.
- PIMENTEL GOMES, F. 1966. Curso de estatística experimental. 3ªed. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz".
- QUINN, L.R., G.O. MOTT & W.V.A. BISSCHOFF. 1961. Fertilização de pastos de capim colônião e produção de carne com novilhos zebú. São Paulo, IBEC Res. Inst. (Bol. nº 24).
- _____, G.O. MOTT, W.V.A. BISSCHOFF, M.B. JONES & G.L. da ROCHA. 1965. Beef production of six tropical grasses in central Brazil. São Paulo, Anais IX Congr. Inter. Past., 2:1015-1020.
- ROCHA, G.L. da, L.B. MACHADO, F.B. BOTELHO & H.S. CORRÊA. 1951. Ensaio de digestibilidade (aparente) do capim catingueiro róxo - Melinis minutiflora Pal, de Beauv. Bol. Ind. Animal, N.S., 12(nº único): 107-117.

- ROCHA, G.L. & D. MARTINELLI. 1960. Levantamento sumário da cobertura do solo nas pastagens do Estado de São Paulo, Campinas, Anais 1º Congr. Nac. Cons. Solo: 389-398.
- SUTMOLLER, P., A.V. de ABREU, J. VAN DER GIJFT & W.G. SOMBROEK. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon Valley. Amsterdam, Royal Trop. Inst. (Department of Agric. Research, Communication nº 35).
- TOTH, S.J., A.L. PRINCE, A. WALLACE & D.S. MIKKELSEN. 1948. Rapid quantitative determination of 8 mineral elements in plant tissues by a systematic procedure involving use of a flame photometer. Soil Sci., 66:459-466.
- ULRICH, A. & W.L. BERRY. 1961. Critical phosphorus levels for lime bean growth. Pl. Physiol., 36(5):626-632.
- VANNI, J.S. 1969. Carne bovina lidera a renda bruta da agropecuária. São Paulo, Caderno Agropecuário da "Folha de São Paulo", 9 agô. 1969, p.22.
- VICENTE-CHANDLER, J., R.W. PEARSON, F. ABRUÑA & S. SILVA. 1962. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid conditions. Agron. J., 54(5):450-453.
- VILLARES, J.B. & H.M. TEIXEIRA da SILVA. 1956. Contribuição para o estudo das carências minerais em bovinos no Estado de São Paulo. I. Levantamento do índice de fósforo no sangue de vacas Guzerá na Fazenda Experimental de Criação. Bol. Ind. Animal, N.S., 15 (nº único):5-22.
- WARD, G.H. 1966. Potassium metabolism of domestic ruminants - A review. J. Dairy Sci., 49(3):268-276.

WERNER, J.C., J.V.S. PEDREIRA & J.L. QUAGLIATO. 1967. Ensaio experimental de fertilização de capim colônia com solo de Sertãozinho. Bol. Ind. Animal, N.S., 24(nº único):155-158.

_____, J.L. QUAGLIATO & D. MARTINELLI. 1967. Ensaio de fertilização do colônia com solo da Noroeste. Bol. Ind. Animal, N.S., 24 (nº único):159-166.

WOODHOUSE Jr. W.W. 1964. Nutrient deficiencies in forage grasses. (In: HUNGER SIGNS IN CROPS, A Symposium. New York, David McKay Company, p.181-218).

ZUÑIGA, M.P., D.J. SYKES, J.R. FOSTER & J.A. GOMIDE. 1967. Determinação do conteúdo de minerais de treze gramíneas forrageiras para corte. Rev. Ceres, 77(13):344-360.

* * *