

CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM  
*Danioum maximum* (JACQ) cv. 'MAKUENI', EM FUNÇÃO DO  
FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

MARCOS TASSO DE MIRANDA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ RENATO SARRUGE

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

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Junho, 1982

Aos meus pais

Tasso (*in memoriam*)

Maria Eugênia

A minha esposa

Ynê

e aos meus filhos

Tasso e Beatriz

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. José Renato Sarruge, pela orientação, dedicação e apoio durante o transcorrer da tese;

Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, Presidente da EMBRAPA, ter dado condições para que este trabalho fosse executado.

Prof. Assistente Dr. Ronaldo Ivan Silveira, pela colaboração no desenvolvimento da tese;

Dr. Nelson José Novaes, pela colaboração no desenvolvimento da tese;

Prof. Carlos Gomes, pela colaboração dada nas análises estatísticas;

Prof. Dr. Adalberto Perdigão P. de Toledo, pela sua atenção e colaboração;

Regina Célia Pisanelli, pela sua atenção e colaboração nas pesquisas bibliográficas na elaboração da tese;

Dr. Hitoshi Mário Saito, Diretor do Instituto de Pesquisas IRI, pela colaboração prestada;

João Luiz de Miranda Grohmann, pela ajuda na execução do trabalho.

## Í N D I C E

	Página
RESUMO .....	xiv
SUMMARY .....	xvi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Solo .....	14
3.2. Gramínea .....	15
3.3. Delineamento experimental .....	16
3.4. Preparo dos vasos, solos e aplicação do adubo .....	16
3.5. Adubação e irrigação .....	18
3.6. Semeadura .....	18
3.7. Cuidados fitossanitários .....	19
3.8. Colheita .....	19
3.9. Análises químicas .....	19
3.10. Análises estatísticas .....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1. Produção de matéria seca dos caules e folhas .....	29
4.2. Concentração de nutrientes na matéria seca .....	31
4.2.1. Macronutrientes .....	31
4.2.2. Micronutrientes .....	66

	Página
5. CONCLUSÕES .....	99
5.1. Produção de Matéria Seca .....	99
5.2. Concentração de nutrientes .....	100
LITERATURA CITADA .....	101

## LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Análise dos solos antes e depois de adubado .....	15
2	Quantidades dos elementos nos diversos tratamentos .....	17
3	Concentração dos macronutrientes em % na matéria seca (gramas) dos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' .....	21
4	Concentração dos macronutrientes em % na matéria seca (gramas) das folhas do capim (Jacq) cv. 'Makueni' .....	22
5	Concentração de micronutrientes em ppm e peso da matéria seca (gramas) dos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' .....	23
6	Concentração de micronutrientes em ppm e peso da matéria seca (gramas) das folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' .....	24
7	Resumo da análise de variância das concentrações dos macronutrientes (%) nos caules em função dos tratamentos .....	25
8	Resumo da análise de variância das concentrações dos macronutrientes (%) nas folhas em função dos tratamentos .....	26
9	Resumo da análise de variância das concentrações dos micronutrientes (ppm) nos caules e peso da matéria seca total (gramas) em função dos tratamentos .....	27
10	Resumo da análise de variância das concentrações dos micronutrientes (ppm) nas folhas e peso da matéria seca total (gramas) em função dos tratamentos .....	28

Tabela nº		Página
11	Produção de matéria seca (gramas) dos caules e folhas do <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função da aplicação de nitrogênio em mg/vaso .....	30
12	Produção de matéria seca (gramas) dos caules e folhas do <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função da aplicação de fósforo em mg/vaso .....	30
13	Concentração de nitrogênio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso .....	35
14	Concentração de nitrogênio em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso .....	36
15	Concentração de fósforo em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio, em mg/vaso .....	40
16	Concentração de fósforo em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso .....	40
17	Concentração de fósforo (%) na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio em mg/vaso .....	41
18	Concentração de potássio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso .....	46
19	Concentração de potássio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso .....	46
20	Concentração de potássio em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio, em mg/vaso .....	47

## Tabela nº

## Página

21	Concentração de potássio em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso .....	47
22	Concentração de cálcio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso .....	52
23	Concentração de cálcio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso .....	52
24	Concentração de cálcio em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso .....	55
25	Concentração de magnésio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso .....	56
26	Concentração de magnésio em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio, em mg/vaso .....	56
27	Concentração de magnésio em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso .....	57
28	Concentração de enxofre em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso .....	62
29	Concentração de enxofre em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso .....	62
30	Concentração de enxofre em % na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso .....	63
31	Concentração de enxofre em % na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio em mg/vaso .....	63

Tabela nº		Página
32	Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, em mg/vaso .....	67
33	Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso .....	67
34	Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso .....	68
35	Concentração de boro em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso .....	68
36	Doses de fósforo correspondentes ao teor mínimo de boro para os tratamentos .....	72
37	Concentração de cobre em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso .....	73
38	Concentração de cobre em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo em mg/vaso .....	73
39	Concentração de cobre em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/solo .....	74
40	Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de cobre para os tratamentos .....	76
41	Concentração de ferro em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso .....	80
42	Concentração de ferro em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso .....	81
43	Concentração de ferro em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso .....	81

Tabela nº	Página
44	Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de ferro para os tratamentos ..... 82
45	Concentração de manganês em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso ..... 86
46	Concentração de manganês em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso ..... 87
47	Doses de fósforo correspondentes aos teores mínimos de manganês para os tratamentos ..... 89
48	Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos de manganês para os tratamentos ..... 89
49	Concentração de zinco em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso ..... 93
50	Concentração de zinco em ppm na matéria seca dos caules de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso ..... 93
51	Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio em mg/vaso ..... 94
52	Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso ..... 94
53	Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso ..... 95
54	Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de zinco para os tratamentos ..... 95

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico nº		Página
1	Curvas de regressão dos teores de matéria seca (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	22
2	Curvas de regressão dos teores de matéria seca (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	33
3	Curvas de regressão dos teores de nitrogênio (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	37
4	Curva de regressão dos teores de nitrogênio (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	38
5	Curvas de regressão dos teores de fósforo (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	43
6	Curvas de regressão dos teores de fósforo (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	44
7	Curvas de regressão dos teores de potássio (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	49
8	Curva de regressão dos teores de potássio (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	50

Gráfico nº		Página
9	Curva de regressão dos teores de cálcio (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	53
10	Curvas de regressão dos teores de cálcio (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	54
11	Curvas de regressão dos teores de magnésio (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	59
12	Curvas de regressão dos teores de magnésio (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .... ..	60
13	Curvas de regressão dos teores de enxofre (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	64
14	Curvas de regressão dos teores de enxofre (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	65
15	Curvas de regressão dos teores de boro (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	70
16	Curvas de regressão dos teores de boro (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	71

17	Curvas de regressão dos teores de cobre (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	77
18	Curvas de regressão dos teores de cobre (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	78
19	Curvas de regressão dos teores de ferro (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	83
20	Curvas de regressão dos teores de ferro (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	84
21	Curvas de regressão dos teores de manganês (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	90
22	Curvas de regressão dos teores de manganês (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	91
23	Curvas de regressão dos teores de zinco (y) nos caules do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	96
24	Curvas de regressão dos teores de zinco (y) nas folhas do capim <i>Panicum maximum</i> (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio .....	97

CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM *Panicum maximum* (Jacq)  
cv. 'Makueni', EM FUNÇÃO DO FORNECIMENTO DE  
NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

Marcos Tasso de Miranda

Orientador: Prof.Dr. José Renato Sarruge

RESUMO

Plantas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', foram cultivadas em casa de vegetação da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP). Teve como objetivo identificar o efeito da adubação com níveis de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento e produção e, ainda, estudar os níveis de nutrientes nos caules e folhas em função dos níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.

O delineamento foi um fatorial  $2^2 \times 6$ , com 4 repetições.

A colheita foi efetuada quarenta e cinco dias após o plantio. As plantas foram separadas em caules e folhas e determinaram-se os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Os resultados mostraram que:

- as produções de matéria seca dos caules e folhas foram afetadas pela aplicação de nitrogênio no solo;

- a ausência de potássio e a dosagem máxima de fósforo aplicadas no solo, apresentou um crescimento linear, tanto nos caules e folhas;

- as concentrações de macro e micronutrientes, foram afetadas pela aplicação do nitrogênio, fósforo e potássio no solo, agindo de uma forma geral, através de interação;

- a aplicação de nitrogênio, provocou aumento nos teores de nitrogênio, magnésio, enxofre, boro, manganês e zinco nas plantas;

- a aplicação de fósforo elevou os teores de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos tecidos, com dependência das aplicações de nitrogênio e potássio;

- o fornecimento de potássio aumentou as concentrações de potássio, enxofre, boro, cobre e zinco;

- os demais efeitos apresentados mostram-se inconsistentes, aumentando e diminuindo as concentrações dos elementos, de forma não conclusiva.

GROWTH AND CONCENTRATION OF MACRO AND MICRONUTRIENTES IN  
*Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni' IN FUNCTION OF  
NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN THE SOIL

Candidate: Marcos Tasso de Miranda

Adviser: Prof.Dr. Josē Renato Sarruge

SUMMARY

*Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni' was cultivated in green house at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, Brasil, with the aim to verify the effect of fertilization with several levels of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth and yield. The nutrients levels on plant tissues as function of the applied fertilizer was also studied.

The experimental delineation was a  $2^2 \times 6$  factorial, with 4 replicates. Forty five days later the plants were harvested. The plants were separated in stems and leaves and nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium sulfur, boron, copper, iron, manganese and zinc was determined.

The obtained results showed that, the stem and leaves dry matter yield were affected by nitrogen application and absence of potassium. The maximum level of phosphorus applied in the soil showed a linearly increase both in stem as leaves:

- the macro and micronutrients concentrations were affected by application of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil, acting in a general rule through interactions;

- the nitrogen application provoked a increase in the plant levels of nitrogen, magnesium, sulfur, manganese and zinc;

- the phosphorus application increased the of phosphorus, calcium, manganese and sulfur in the plant tissue with dependence of the application of nitrogen and potassium;

- the application of potassium increase the concentration of potassium, boron, copper and zinc;

- the other effects verified were not consistent, increasing or decreasing the elements concentrations in a not conclusive way,

## 1. INTRODUÇÃO

Embora adubação seja um dos fatores que interfere na qualidade e na produção das forrageiras, a sua utilização no Brasil tem sido relativamente pequena e uma das razões é a baixa produtividade das forragens que concentram cerca de 90% do total anual no período do "verão" (PEDREIRA, 1972).

O conhecimento do valor nutritivo de uma forragem e a sua composição química são de importância fundamental para a economia agropecuária.

STONAKER (1975), em sua revisão sobre o assunto propõe: "a manutenção do nível protéico acima de 7% na matéria seca, e fósforo acima de 0,20% na matéria seca, é primordial para se obter maiores produtividades de carne e leite nas condições tropicais.

As pastagens são de grande importância na criação de bovinos, pois a maioria do rebanho brasileiro é mantida em regime exclusivo de pasto, considerando o meio mais prático e econômico de alimentação.

Podemos considerar diversos problemas na produção de forragens e que automaticamente refletem no ganho de peso do gado ou mesmo na produção de leite. Entre outras podemos citar duas:

- a) condições climáticas e,
- b) aplicação de adubos nas pastagens.

A primeira é uma das principais causas do baixo rendimento dos ruminantes através dos efeitos das estações do ano na produção de forragens. Os ganhos de pesos para estes animais acompanham os cursos de precipitação pluviométrica e de temperaturas. Sob condições adequadas de crescimento, as plantas forrageiras, durante o "verão" (quente e úmido), tem produções elevadas e de boa qualidade. Entretanto, durante o "inverno" (frio e seco), condições adversas provocam escassez de quantidade e qualidade para os animais (SANTIAGO, 1979).

Em consequência deste fato, nas épocas consideradas boas, o ganho médio de peso ao redor de 0,500 Kg/dias, tem sido aceitável, ao passo que na época de "inverno" espera-se um ganho zero ou até mesmo negativo (RAYMOND, 1966).

Diversos trabalhos tem sido desenvolvidos a fim de minimizar problemas de ganho de peso e melhorar rendimentos econômicos na criação de bovinos.

ROSTON (1968), desenvolveu trabalhos no sentido de reduzir para dois anos a idade de abate de bovinos no Brasil Central. A idéia do trabalho foi evitar que os animais interrompessem o crescimento após a

desmama. Este fato geralmente coincide com o início do "inverno". Para tanto, o autor utilizou manejo do tipo confinamento. Os resultados obtidos foram duvidosos, devido à falta de máquinas, mão-de-obra especializada e baixo potencial de ganho.

Para o mesmo problema SARTINI *et alii* (1979), utilizaram outro tipo de manejo, o pastejo diferido a fim de minorar o problema de falta de pastos, neste período crítico.

Quanto a causa, devemos considerar o elevado custo da terra para a agricultura e a demanda crescente de proteína animal, cujo preço, principalmente de carne bovina, vem forçando os pecuaristas a adotarem técnicas para elevar a produtividade das pastagens, que constituem o alimento mais econômico para os bovinos.

Foi planejado e executado o presente trabalho experimental, com os seguintes objetivos:

- estudar o efeito da adubação com níveis de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento e produção do *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni';

- determinar os níveis de nutrientes nos tecidos do *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função dos níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A determinação dos teores de nutrientes a serem adicionados ao solo, de forma a proporcionarem a máxima produção econômica de um vegetal é tarefa difícil por causa de inúmeros fatores envolvidos.

Estudos tem sido feitos em relação a adubação com vistas a produtividade das gramíneas forrageiras, tem-se procurado estudar de todas as formas a sua aplicação e verificar os resultados analíticos obtidos a fim de que por intermédio deles se possa determinar qual a melhor forma de introduzir e proporcionar um manejo adequado.

Nos estudos, de modo geral, tem-se procurado:

- acompanhar o crescimento de forrageira até a floração, observando-se as diferenças que ocorrem quanto a composição mineral das plantas e a produção de matéria seca, em várias fases do ciclo;

- analisar a cada época de corte ou de pastoreio, observando-se, em muitos casos, o efeito na produção animal.

De uma forma geral, o nitrogênio é o elemento de maior resposta nas gramíneas forrageiras. MALAVOLTA *et alii* (1974), relataram

que o nitrogênio proporciona aumentos imediatos na produção de forragens.

A adição de nitrogênio, provoca normalmente, um aumento na produção de matéria seca, como constataram CARO-COSTA e CHANDLER (1960), trabalhando com capim Colonião, Napier, Pangola e Gordura, sendo que para este último o efeito foi mais restrito, levando os autores a conclusão de que cortes baixos e frequentes prejudicam a produção de matéria seca e respostas ao nitrogênio pelo capim Gordura. Maior produção foi também observada por CLATWORTHY (1967), em capim Rhodes, GOMIDE *et alii* (1969) e OLSEN (1974), em várias espécies de forrageiras.

WERNER *et alii* (1967) encontraram também respostas significativas de produção, em ensaios de campo com Colonião, Pangola, Napier e outras gramíneas, em solos com baixo teor de fósforo e teor médio de potássio, quando foi aplicado somente nitrogênio, obtendo efeitos relevantes.

EPPENDORFER e BILLE (1974) em experimentos de vasos com ervilha de campo, relataram que aplicação de fósforo aumentou a produção da matéria seca em solos áridos quando comparados com solos argilosos. Respostas para adição de potássio foi positiva nos solos áridos e mostrou decréscimo em solos argilosos. A concentração de nitrogênio geralmente apresentou uma elevação quando era aplicado o fósforo em diversas doses no solo. Houve um decréscimo no teor de nitrogênio com adição de potássio em solos áridos. A concentração de nitrogênio variou de 3,51% para 4,89%. BENNETT *et alii* (1962); COLE *et alii* (1963) e ARON (1975), haviam mostrado também que a planta pode ser

fisiologicamente estimulada pela absorção do nitrogênio, provocando uma maior exigência em fósforo.

GALLO *et alii* (1974) relatam estudos feitos da composição de forrageiras de maneira geral, estudaram composição química, no Estado de São Paulo, através de 249 amostras de gramíneas, determinando as concentrações de macro e micronutrientes em diversas forrageiras existentes nas regiões do Estado.

Conforme RUSSEL *et alii* (1969), o nitrogênio é, talvez, o nutriente mais exigido pelas plantas forrageiras. O seu fornecimento como adubo nitrogenado, é influenciado por razões econômicas.

Segundo JONES (1966) uma das dificuldades para se adotar adubação nitrogenada de pastagens é que uma vez implantado o sistema, o criador fica dependente do mesmo.

A aplicação de adubos nitrogenados em pastagens tropicais, tem apresentado um potencial produtivo alto, o seu aproveitamento tem sido inadequado pelo manejo incorreto das pastagens, conforme mostra os trabalhos de VICENTE-CHANDLER (1973); CARO e COSTA *et alii* (1972a, b), CORSI *et alii* (1974) e LIMA *et alii* (1969).

Para o capim Colonião a produção de matéria seca tanto na parte aérea como nas raízes, foi crescente com o aumento da concentração de fósforo na solução nutritiva. O mesmo fato aconteceu com a parte aérea do capim Napier. Isto indicou que estas duas espécies necessitam de quantidades elevadas de fósforo para atender ao seu crescimento e necessidade. Quando plantados em solos pobres de fósforo, tal

crescimento é retardado e limitado, foram relatados por PEDREIRA *et alii* (1971); MIRANDA (1978). WERNER *et alii* (1967) através de ensaio em vasos com capim Colonião, verificava também que o fósforo foi o elemento que mais limitou o crescimento da gramínea.

MATTOS (1972) ressalta a importância do fósforo frisando que esgotadas as reservas provenientes das sementes, as plântulas originadas das mesmas, não conseguem sobreviver na ausência deste elemento. MALAVOLTA (1976) relatou que o fósforo é o elemento mais limitante para as culturas anuais, sendo comum em solos brasileiros encontrar-se teores de 10 ppm de fósforo.

MAYNARD *et alii* (1968) num experimento com vasos em casa de vegetação com trabalhos tendo 4 tratamentos de potássio e 5 de nitrogênio em um fatorial, com 6 repetições, mostrou efeito mais positivo do potássio sobre o nitrogênio, verificaram, portanto, um "antagonismo" do nitrogênio sobre o potássio, isto quando o nitrogênio era fornecido na forma amoniacal, anteriormente, tinha-se observado que uma alta concentração de cloreto de potássio na solução nutritiva, resultava numa redução na absorção do  $NH_4$  em raízes destacadas de arroz (FRIED *et alii*, 1965).

DECHEVA *et alii* (1969) num experimento em vasos com 12 tratamentos em diagnose por subtração, em solução nutritiva, observaram que elevou-se o teor de potássio quando as doses de fósforo cresceram e também na ausência do nitrogênio no solo, resultados muito semelhantes foram determinados por BURKERSRODA (1965).

GOMIDE (1975) relata que a concentração de 1,50% a 2,0% do elemento da matéria seca é considerado normal para as forrageiras. GALLO *et alii* (1974) observaram que o teor médio de potássio na parte aérea do capim Colonião foi de 2,10%, apresentando resultados satisfatórios.

SINHA (1961) estudando o efeito do cálcio sobre o crescimento, nodulação e acumulação de nitrogênio em *Vigna sinensis* (L.) e *Vigna aureus* (L.), cultivados em solução nutritiva, constatou que o potássio retardou o crescimento das raízes, caules e folhas de ambas as culturas, sendo o cowpea menos sensível. As taxas de crescimento das várias partes das plantas declinou inicialmente, logo a seguir, sofreu aumento na matéria seca.

STEART e REED (1969) nos Estados Unidos da América do Norte, desenvolvendo estudos básicos de fertilidade durante 2 anos, utilizando 2 variedades de *Vigna sinensis* (L.) End., e vários níveis de adubação NPK, observaram aumentos significativos no crescimento das plantas, resultantes do aumento das doses de fósforo aplicados no solo, não apresentando resultados positivos na aplicação de nitrogênio e potássio. O conteúdo de fósforo e potássio na planta, aumentou respectivamente com aplicação de cada elemento no solo, sendo que a adubação fosfatada provocou diminuição nos níveis de potássio nas plantas. A aplicação do nitrogênio elevou o conteúdo de cálcio e magnésio; ao passo que a adubação de potássio reduziu a concentração de cálcio e magnésio nas plantas. Resultados idênticos foram também obtidos por outros autores, dentre os quais LEGGETT e GILBERT (1969), observaram que o

teor de cálcio em plantas de soja aumentou substancialmente com adição do elemento na solução nutritiva.

DIJKSHOORN *et alii* (1974) trabalhando com arroz em solução nutritiva, nas quais o suprimento de potássio foi aplicado na forma de cloreto de potássio, foi também adicionado na solução sódio, magnésio e cálcio. Os resultados mostraram que as concentrações nos tecidos e nas raízes foram: o potássio decresceu quando houve substituição pelo sódio, magnésio e cálcio no estágio inicial das plantas. A medida que aumentava o nível de potássio na solução nutritiva elevava o teor de magnésio nas plantas quando estas se encontravam em estágio mais adiantado. Outros resultados foram determinados quando o nitrogênio foi aplicado na forma de íon nitrato, mostrando um efeito "sinérgico" na absorção do magnésio (SHEAR e BARROWS, 1972).

Outros autores tem demonstrado que nitrogênio em doses altas, principalmente nas gramíneas forrageiras, provoca uma redução do teor de magnésio, sugerem os autores a possibilidade de que o  $\text{NH}_4$ , seja uma causa primária do aparecimento da tetânia dos pastos (VIETS *et alii*, 1964; GRUNES *et alii*, 1970).

LOURENÇO *et alii* (1968) observaram em um experimento que foi desenvolvido para estudar a constante biológica de absorção de fósforo influenciada por magnésio em raízes destacadas de cevada. Cinco níveis diferentes de cloreto de magnésio e sete diferentes de fósforo marcado com  $^{32}\text{P}$  foram combinados em cinco diferentes períodos de tempo experimental: 4, 8, 12, 16 e 20 minutos. Os resultados obtidos apresentaram as seguintes conclusões: a absorção de fósforo aumenta a

concentração externa de magnésio ao nível de  $5 \times 10^{-5}$  molar. Após este ponto a absorção do fosfato permanece estável. Há dois sítios de absorção de fosfato em raízes de cevada em que predominam as altas concentrações de fósforo e outros que predominam as baixas concentrações de fosfato. A concentração externa de magnésio tem um grande valor  $V_m$  embora o nível  $1 \times 10^{-4}$  molar diminuiu este valor.

McCLUNG *et alii* (1959) concluíram em ensaio de vasos com Napier (*Penisetum typhoides*) uma provável deficiência de enxofre em muitos solos do Brasil Central, principalmente quando são fornecidas quantidades adequadas de nitrogênio, fósforo e potássio. Verificaram respostas consistentes da aplicação de enxofre na forma de sulfato de cálcio no horizonte A de todos os solos estudados, enquanto a resposta à aplicação do elemento ao horizonte B foi variável com o tipo de solo.

Trabalho de WENDT (1970), em Uganda, indica a importância do enxofre na adubação de gramíneas e leguminosas tropicais, a qual em combinação com o fósforo mais enxofre aumentava o rendimento forrageiro do capim Colonião e diminuía o teor protéico do mesmo. No estilotante um aumento tanto no rendimento como no teor protéico. QUIN *et alii* (1961) em ensaio de pastejo de capim Colonião, registraram benefícios da aplicação de 60 Kg de enxofre por hectare, sob forma de gesso ( $\text{CaSO}_4$ ). Mostrou que no pasto com um pastejo adequado, houve um aumento na produção de carne por hectare. Neste mesmo pasto foi ainda aplicado calnitro (200 Kg de nitrogênio por hectare) e superfosfato triplo (200 Kg de fosfato por hectare).

REEVE e SHIVE (1974) trabalhando com tomate em solução nutritiva, usando método de fluxo contínuo. Inicialmente, plantadas em areias, depois transplantadas para o local definitivo. Logo que os cotilédones eclodiram e quando estiveram bem desenvolvidas as primeiras folhas verdadeiras. Após três semanas do transplante todas as soluções padrões, contendo 0,25 ppm de boro. Os tratamentos das relações potássio/boro e cálcio/boro começaram a mostrar aumentos nos teores de boro 14 dias após o transplante.

HADAS e HAGIN (1972) sugeriram que o agravamento dos sintomas de toxidez de boro em soja provocado pela adição de potássio, poderá ser em parte devido as interações entre estes dois nutrientes no solo. Altas concentrações de potássio trocável no solo não afeta diretamente a adsorção (precipitação ou fixação) de boro, mas poderá criar novas condições no solo, mais favoráveis para adsorção de boro ou ainda, promove uma nova adsorção ou sítios com alta afinidade por este micronutriente. A liberação do alumínio em solos ácidos formando um óxido hidratado, é sabido ter uma alta afinidade pelo boro.

OERTLI (1961) em experimento de longa duração com girassol, apresentou resultados depressivos para boro, quando se aumentava a concentração de cálcio no solo. Porém, este fato não ocorreu com o potássio tanto nos caules como nas folhas. Este aumento na absorção do boro pode ser explicado com uma depressão na atividade do cálcio como decorrência do "antagonismo" potássio/cálcio (SARRUGE, 1968).

BINGHAN (1963) com base no mecanismo de deficiência de cobre e de zinco induzidos por fósforo aplicados no solo, concluiu

através dos seus experimentos com diversas plantas mostrando que houve uma diminuição nas concentrações de cobre e zinco. Explica que as plantas não são exclusivamente envolvidas, isto é, ocorreu reações fora da região radicular fisiologicamente ativa contribuindo para a deficiência dos mesmos. Severas deficiências de cobre, foram também induzidas em citrus com o fornecimento de fósforo, em diversos solos da Califórnia, estes resultados foram demonstrados em experimentos na Estação Experimental do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América por OLSEN *et alii* (1977).

DEKOCK (1960) trabalhando com mostarda, em solução nutritiva, contendo 3 níveis de ferro, 4 relações de ferro/cálcio e 2 relações de fósforo/nitrogênio; o ferro em cada experimento foi aplicado na forma de cloridrato. Foi determinado aumento no nível de ferro e os valores da concentração para ambas relações: fósforo/ferro e potássio/ferro; diminuíram como foi determinado nas cinzas das folhas, quando o elemento ferro limitou o crescimento da planta.

CUMBUS *et alii* (1977) observaram que a absorção e translocação do ferro em experimento de curta duração, utilizando  $^{59}\text{Fe}$ , cloreto de ferro, translocação total do ferro foi inibida; doses crescentes de fósforo, zinco e manganês no meio de uma solução nutritiva; as concentrações elevadas de fósforo e zinco reforçam a absorção de ferro absorvido nas partes aéreas. Níveis altos de manganês no meio reduziu a absorção inicial de ferro no sistema radicular. Surgiram ainda uma precipitação direta de um complexo fosfato/férrico nos vasos de transporte, ou uma formação de quelato, para o fato observado.

BOTNER (1935) e HEITZE (1968) trabalhando em vasos, mediram os efeitos do fosfato monocálcico na presença ou ausência de excesso de manganês para aveia forrageira em solos alcalinos deficientes de manganês. Sugeriram que alta concentração interna de fósforo em plantas, poderá minimizar os efeitos tóxicos do manganês, precipitando no interior da raiz.

WALLACE (1974) em trabalhos com solução nutritiva com mostarda, mostrou que os resultados obtidos evidenciaram que a interação fósforo/zinco é um problema de natureza fisiológica, não aceitando conclusão de uma reação química no solo que resulta na precipitação de fosfato de zinco. Apesar desta interação ser bastante conhecida, a maior parte dos mecanismos envolvidos na mesma, permaneceram desconhecidas. Estes mecanismos envolvidos ficaram claros, na série de experimentos conduzidos por MALAVOLTA e LOPES GOROSTIAGA (1974), com raízes e plantas de cevada; assim, a presença de fosfato causou: inibição não competitiva na absorção de zinco, precipitação do zinco na superfície das raízes dependendo do pH no meio, apresentou diminuição do transporte do zinco à parte aérea e diluição na concentração de zinco, causada pelo envolvimento da planta em resposta a adição de fósforo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi realizado em vasos, em casa de vegetação, no Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, São Paulo, sendo iniciada em 15-02-82.

#### 3.1. Solo

O solo utilizado para o trabalho, foi coletado no Município de Piracicaba, na Fazenda do Areão, pertencente a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Paleudult Típico.

As análises químicas dos mesmos foram realizadas pelo Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Estado de São Paulo, revelando a composição que aparece na Tabela 1, que mostra os resultados da Testemunha e dos solos após adubação.

Tabela 1. Análise dos solos antes e depois de adubado

Tratamento	pH	%C	e. miligramas/100 gramas de solo					
			$PO_4^{-3}$ *	$K^+$	$Ca^{+2}$	$Mg^{+2}$	$Al^{+3}$	$H^-$
Testemunha	5,8	1,08	0,06	0,25	4,24	1,76	0,16	4,72
101	5,7	1,08	0,06	0,28	4,20	1,56	0,16	4,64
111	5,6	1,17	0,07	0,32	4,08	1,52	0,16	4,80
121	5,6	1,11	0,08	0,29	4,24	1,68	0,16	4,80
131	5,6	1,08	0,14	0,28	4,20	1,72	0,16	4,56
141	5,7	1,14	0,13	0,28	4,08	1,68	0,16	5,04
151	5,6	1,17	0,11	0,28	4,16	1,60	0,16	4,80

(\*) Estrator usado  $H_2SO_4$  0,050 N. Relação Solo / solução 1 : 1

Os resultados das análises, de acordo com os Padrões de Fertilidade do Instituto Agronômico de Campinas (GARGANTINI, 1976), mostram:

pH	- medianamente ácido	$K^+$	- médio
% C	- médio	$Ca^{+2}$	- rico
$PO_4^{-3}$	- varia de baixo a médio	$Al^{+3}$	- teor baixo

### 3.2. Gramínea

Foi utilizado a gramínea forrageira: *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni'.

Forma de crescimento: Altura mediana (1,80 m - 2,40 m)  
Colmos moderadamente ásperos

Folhas: Cor verde claro  
Comprimento: 80 a 90 cm  
Largura: 18 a 22 cm

Panícula: Cor verde púrpura  
Comprimento: 15 a 40 cm  
Largura: 12 a 30 cm

Espiguetas: Pelos da gluma - muito peluda

### 3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental constou de um Fatorial  $2^2 \times 6$ , com 4 (quatro) repetições.

Os tratamentos foram os constantes na Tabela 1.

### 3.4. Preparo dos vasos, solos e aplicação do adubo

Os vasos com capacidade para 6 (seis) quilos de terra, foram pintados com tinta impermeabilizante "neutro", tendo na parte inferior, um orifício para o escoamento do excesso d'água que era recolhida num coletor e devolvida.

O solo, foi previamente seco, homogeneizado e passado em peneira de dois (2) milímetros de abertura. A seguir, pesou-se e aplicou-se o adubo, em forma de sais. As quantidades dos mesmos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidades dos elementos nos diversos tratamentos

Tratamento (NPK)	miligrama de elemento/vaso		
	nitrogênio	fósforo	potássio
100	100	0	0
110	100	33	0
120	100	66	0
130	100	99	0
140	100	132	0
150	100	165	0
101	100	0	125
111	100	33	125
121	100	66	125
131	100	99	125
141	100	132	125
151	100	165	125
200	200	0	0
210	200	33	0
220	200	66	0
230	200	99	0
240	200	132	0
250	200	165	0
201	200	0	125
211	200	33	125
221	200	66	125
231	200	99	125
241	200	132	125
251	200	165	125

### 3.5. Adubação e irrigação

As fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, foram:

- $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - nitrogênio - Nitrato de amônia e P. A.
- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  - fósforo - Fosfato monocálcico e P. A.
- $\text{KCl}$  - potássio - Cloreto de Potássio e P. A.

Os micronutrientes foram utilizados a partir de uma única solução estoque, segundo SARRUGE, 1970, apresentando a seguinte composição:

Sais	gramas/litro
$\text{H}_3\text{BO}_3$	2,86
$\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	1,81
$\text{ZnCl}_2$	0,10
$\text{CuCl}_2$	0,04
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,02

Os vasos foram irrigados duas vezes por dia em média, com água destilada até o início do escoamento.

### 3.6. Semeadura

A semeadura foi feita (15-02-82), em caixa contendo areia e irrigada duas vezes por dia, até que as mudas alcançassem quatro folhas. Após este estágio foram transplantadas (25-02-82) para os vasos definitivos, deixando no final quatro plantas por vaso.

### 3.7. Cuidados fitossanitários

Durante o transcorrer dos experimentos, as plantas sofreram ataque da "lagarta rosca". Foram pulverizadas com Decis (Decametrin), na concentração de 3 ml do produto por quatro (4) litros d'água, vinte dias após o transplante.

### 3.8. Colheita

No dia 01-04-82, deu-se início à colheita, prolongando-se por mais dois (2) dias).

Após a colheita efetuou-se a separação das folhas e dos caules. O material foi seco em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C.

### 3.9. Análises químicas

Após a determinação do peso do material seco, procedeu-se a moagem em moinho tipo Wiley. As amostras foram analisadas, determinando-se os macro e micronutrientes, de acordo com os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1974).

### 3.10. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram feitas segundo os modelos matemáticos próprios para o delineamento utilizado e proposto por PIMEN - TEL GOMES (1973); foi usado os teste F, Tukey ao nível de 5% de probabilidade e análises de regressão dos macro e micronutrientes nos caules e folhas, em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio. Foi escolhida a regressão de maior grau significativo até o 3º grau.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os resultados de produção de matéria seca por planta nos caules e folhas.

As concentrações de macro e micro-nutrientes determinados na matéria seca dos caules e folhas encontram-se nas Tabelas 3 a 6 , respectivamente e os resumos das análises da variância, nas Tabelas 7 a 10.

Tabela 3 - Concentração dos macronutrientes em % na matéria seca (gramas) dos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni'

		Caules											
		K <sub>0</sub>					K <sub>1</sub>						
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
P <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	0,64	0,04	1,87	0,22	0,21	0,07	1,58	0,06	2,62	0,22	0,30	0,09
	N <sub>2</sub>	1,52	0,05	1,39	0,23	0,24	0,10	1,51	0,05	2,48	0,17	0,32	0,10
P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	0,56	0,05	1,92	0,20	0,23	0,08	1,08	0,06	2,36	0,19	0,26	0,08
	N <sub>2</sub>	1,96	0,07	2,31	0,24	0,29	0,11	1,34	0,04	2,33	0,14	0,32	0,09
P <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	0,97	0,07	2,27	0,21	0,30	0,07	0,91	0,05	2,54	0,15	0,31	0,11
	N <sub>2</sub>	1,45	0,08	2,36	0,26	0,25	0,07	0,97	0,04	2,47	0,11	0,30	0,11
P <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	1,26	0,07	2,14	0,24	0,34	0,09	0,96	0,06	2,72	0,23	0,32	0,13
	N <sub>2</sub>	1,37	0,08	2,50	0,20	0,37	0,10	1,23	0,05	2,55	0,11	0,32	0,12
P <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	1,47	0,08	2,71	0,26	0,32	0,13	1,08	0,06	2,75	0,18	0,27	0,14
	N <sub>2</sub>	1,35	0,09	2,91	0,24	0,34	0,14	1,25	0,05	2,69	0,10	0,28	0,13
P <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	1,01	0,08	2,61	0,24	0,17	0,09	0,99	0,07	2,74	0,20	0,28	0,13
	N <sub>2</sub>	1,08	0,09	2,70	0,18	0,36	0,12	1,33	0,06	3,00	0,11	0,35	0,12

Tabela 4. Concentração dos macronutrientes em % na matéria seca (gramas) das folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni'

		Folhas											
		K <sub>0</sub>					K <sub>1</sub>						
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
P <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	1,35	0,06	2,25	0,41	0,27	0,10	2,12	0,07	3,55	0,40	0,52	0,11
	N <sub>2</sub>	2,51	0,08	2,81	0,48	0,48	0,11	2,39	0,08	3,28	0,39	0,35	0,14
P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	1,47	0,06	2,48	0,46	0,30	0,11	1,88	0,07	3,09	0,44	0,33	0,11
	N <sub>2</sub>	2,28	0,07	3,05	0,47	0,38	0,14	2,10	0,08	3,07	0,45	0,38	0,16
P <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	2,10	0,08	2,51	0,47	0,35	0,11	1,53	0,08	3,11	0,44	0,31	0,16
	N <sub>2</sub>	2,49	0,08	2,59	0,49	0,36	0,18	1,89	0,08	3,04	0,38	0,33	0,18
P <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	2,35	0,09	2,67	0,47	0,43	0,18	1,55	0,09	3,45	0,44	0,37	0,19
	N <sub>2</sub>	2,30	0,09	3,10	0,51	0,44	0,17	2,10	0,08	3,28	0,37	0,44	0,16
P <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	2,28	0,09	2,73	0,48	0,43	0,20	1,53	0,09	4,35	0,45	0,31	0,17
	N <sub>2</sub>	2,39	0,09	2,67	0,50	0,37	0,18	2,39	0,09	3,38	0,37	0,41	0,17
P <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	2,32	0,09	2,79	0,51	0,27	0,13	1,90	0,09	3,44	0,48	0,33	0,16
	N <sub>2</sub>	2,45	0,09	4,34	0,55	0,39	0,20	2,58	0,09	3,31	0,43	0,41	0,17

Tabela 5. Concentração de micronutrientes em ppm e peso da matéria seca (gramas) dos caules do ca-  
pim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni'

		Caules											
		K <sub>0</sub>					K <sub>125</sub>						
		M.S.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	M.S.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	1,799	15	2	65	46	21	2,125	15	4	83	79	22
	N <sub>2</sub>	1,825	20	3	119	102	16	2,674	21	3	65	69	24
P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	2,625	13	1	52	49	17	4,225	16	2	75	73	18
	N <sub>2</sub>	3,200	15	4	64	108	18	4,125	17	6	59	67	19
P <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	4,125	12	3	56	75	14	3,775	11	3	64	79	17
	N <sub>2</sub>	4,850	14	2	65	82	19	4,949	13	2	51	71	20
P <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	4,025	13	2	58	56	14	5,225	13	3	59	65	17
	N <sub>2</sub>	4,300	13	1	75	103	24	5,574	12	2	49	64	22
P <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	3,125	12	2	75	65	21	4,175	11	2	50	88	21
	N <sub>2</sub>	6,050	10	1	54	107	22	5,600	19	1	47	87	23
P <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	4,250	12	1	51	57	15	4,225	14	3	53	77	15
	N <sub>2</sub>	5,650	8	2	51	88	21	4,375	14	1	54	110	25

Tabela 6. Concentração de micronutrientes em ppm e peso da matéria seca (gramas) das folhas do ca-  
pim *Passiflora maximum* (Jacq) cv. 'Makueni'

		Folhas											
		K <sub>0</sub>					K <sub>1</sub>						
		M.S.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	M.S.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
P <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	2,525	24	4	112	23	25	3,450	25	8	149	69	25
	N <sub>2</sub>	3,224	31	7	136	56	25	3,899	22	7	152	73	25
P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	3,050	19	4	138	37	22	4,375	24	6	143	58	29
	N <sub>2</sub>	5,125	20	7	141	68	27	6,349	21	13	125	68	30
P <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	5,275	17	6	121	65	19	4,824	13	5	126	67	21
	N <sub>2</sub>	5,400	15	5	203	63	21	6,775	12	7	181	68	29
P <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	4,474	18	5	130	54	23	6,174	14	6	131	58	20
	N <sub>2</sub>	5,675	17	5	155	62	27	6,324	15	5	189	63	28
P <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	4,925	19	5	145	60	27	5,650	13	4	153	66	27
	N <sub>2</sub>	7,375	15	3	150	76	31	6,850	25	6	182	90	32
P <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	6,300	24	3	104	52	22	5,700	25	5	127	74	24
	N <sub>2</sub>	6,925	13	6	144	75	26	5,800	23	5	190	86	30

Tabela 7 . Resumo da análise de variância das concentrações dos macronutrientes (%) nos caules em função dos tratamentos

C.V.	Caulo %						
	G.L.	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
N	1	2.464**	0.0000030	0.3528*	0.03153**	0.03153**	0.00093
P	5	0.146	0.00167**	0.7888**	0.00164	0.01039**	0.00578**
K	1	3.300	0.00625**	1.0880**	0.11070**	0.008066	0.00735*
P.N	5	0.309**	0.0000083	0.02251	0.005314*	0.012317**	0.000392
P.K	5	0.321**	0.000778**	0.1172	0.003881	0.010591**	0.001969
N.K	1	0.531*	0.00253**	0.5796**	0.024704**	0.002016	0.002204
N.P.K	5	0.403**	0.000057	0.08555	0.000496	0.003121	0.000129
Resíduo	72	0.092	0.0002	0.0812	0.0019	0.0024	0.0010
Total	95	15.581	0.0361	12.9440	0.36649	0.3970	0.1273
C.V.%	-	25.17	21.15	11.39	22.52	16.52	30.00



Tabela 9 . Resumo da análise de variância das concentrações dos micronutrientes (ppm) nos caules e peso da matéria seca total (gramas) em função dos tratamentos

C.V.	Caulos ppm							
	G.L.	M.S.	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	Q.M.
N	1	14,415**	68.343	0.1666	16.6666	10500.166**	260.041**	
P	5	17,808**	80.3604**	8.9000**	1868.716**	529.941**	37.2166*	
K	1	4,250	61.7604	9.3750*	912.6666	13.50000	63.3750*	
P.N	5	2,190	24.7937	11.8916**	385.5666**	492.766**	52.1666**	
P.K	5	2,445	20.6104	0.65000	484.5666**	591.8000**	8.65000	
N.K	1	0,806	27.0937	2.6666	2948.816**	9322.041**	3.37500	
N.P.K	5	0,707	20.9937	1.34166	947.416**	755.241**	14.8000	
Resíduo	72	1,208	11.6423	1.3402	103.1527	95.3125	11.9444	
Total	95	227,416	1729.239	222.625	29735.83	38546.958	1750.958	
C.V.%	-	27,98	24.03	41.16	16.23	12.47	17.51	

Tabela 10. Resumo da análise de variância das concentrações dos micronutrientes (ppm) nas folhas e peso da matéria seca total (gramas) em função dos tratamentos

C.V.	Folhas ppm						
	G.L.	M.S.	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
N	1	28.058**	2.6666	38.7604**	22570.66**	4537.499**	372.0937**
P	5	19.911**	266.6666**	20.8187**	1548.800	886.316**	83.3437**
K	1	5.752	03.7500	41.3437**	4788.375**	3749.999**	8.62604*
P.N	5	1,888	50.7916	17.7854**	3084.491**	303.8000**	17.9437
P.K	5	2,515	65.0000	7.3187*	1214.300	444.7000**	27.2604
N.K	1	0,315	28.1666	1.7604	13.5000	468.166**	14.26040
N.P.K.	5	1,206	79.3916	8.8354**	773.825	204.916*	8.3604
Resíduo	72	2,375	39.2847	2.6562	661.0694	64.2708	13.7465
Total	95	332,789	5168.958	546.906	108076.62	22581.833	2146.906
C.V.%	=	29,26	31.70	27.02	17.45	12.48	14.24

#### 4.1. Produção de matéria seca dos caules e folhas

A produção de matéria seca dos caules e folhas em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio aplicadas e a respectiva análise estatística encontram-se nas Tabelas 5 a 6.

Nas Tabelas 11 e 12 estão apresentadas as produções observadas em gramas da matéria seca em função das doses de nitrogênio e fósforo, respectivamente, aplicadas nos vasos.

A adição da dose máxima de nitrogênio (200 miligramas), mostrou um acréscimo na matéria seca, tanto nos caules como nas folhas. MALAVOLTA *et alii* (1974) relataram que de maneira geral, o nitrogênio é o elemento que mais reage nas gramíneas forrageiras, pois é ele que proporciona aumento imediato na produção de forragens. Resultados semelhantes foram obtidos por CARO-COSTA e CHANDLER (1960), CLATWORTHY (1967), GOMIDE *et alii* (1969) e OLSEN (1974).

Tabela 11. Produção de matéria seca (gramas) dos caules e folhas do *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função da aplicação de nitrogênio em mg/vaso

N	Caules	Folhas
100	3,656	4,727
200	4,431	5,808
DMS Tukey 5%	0,461	0,628

Tabela 12. Produção de matéria seca (gramas) dos caules e folhas do *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função da aplicação de fósforo em mg/vaso

P	Caules	Folhas
0	2,106	3,274
33	3,543	4,718
66	4,424	5,568
99	4,781	5,662
132	4,737	6,199
165	4,668	6,181
DMS Tukey 5%	1,173	1,598

Os Gráficos 1 e 2 ilustram as regressões obtidas para a produção de matéria seca nos caules e folhas em função das doses de fósforo.

Houve efeito positivo de aplicação do fósforo na matéria seca dos caules e folhas, provocando um aumento linear na produção de matéria seca em todos os tratamentos para folhas, e nos tratamentos com ausência de potássio para os caules. Na presença do potássio a produção de matéria seca dos caules em função do aplicado, obedeceu uma equação do 2º grau crescente com o máximo de produção para as dosagens calculada de fósforo equivalentes a 104,08 e 107,12 mg/vaso (nitrogênio 200 e 100 miligramas por vaso, respectivamente).

A produção máxima estimada para estes tratamentos, foram: 5,54 e 4,74 gramas/vaso, respectivamente.

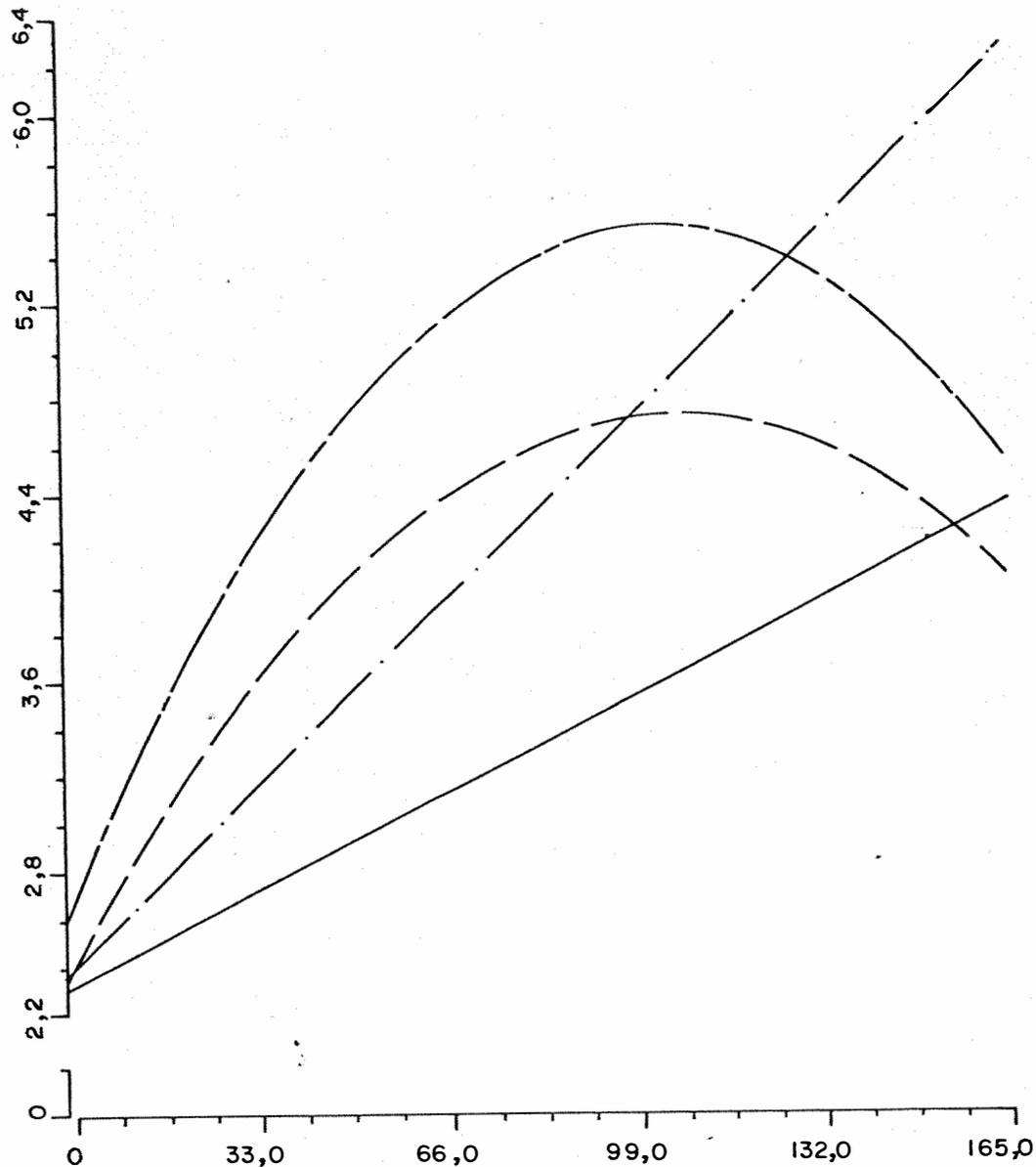
WERNER (1967) determinou para o capim colômbio, aumento de produção de matéria seca na parte aérea, em função do fósforo aplicado, indicando a necessidade de quantidades elevadas do elemento para atender o crescimento rápido da cultura.

## 4.2. Concentração de nutrientes na matéria seca

### 4.2.1. Macronutrientes

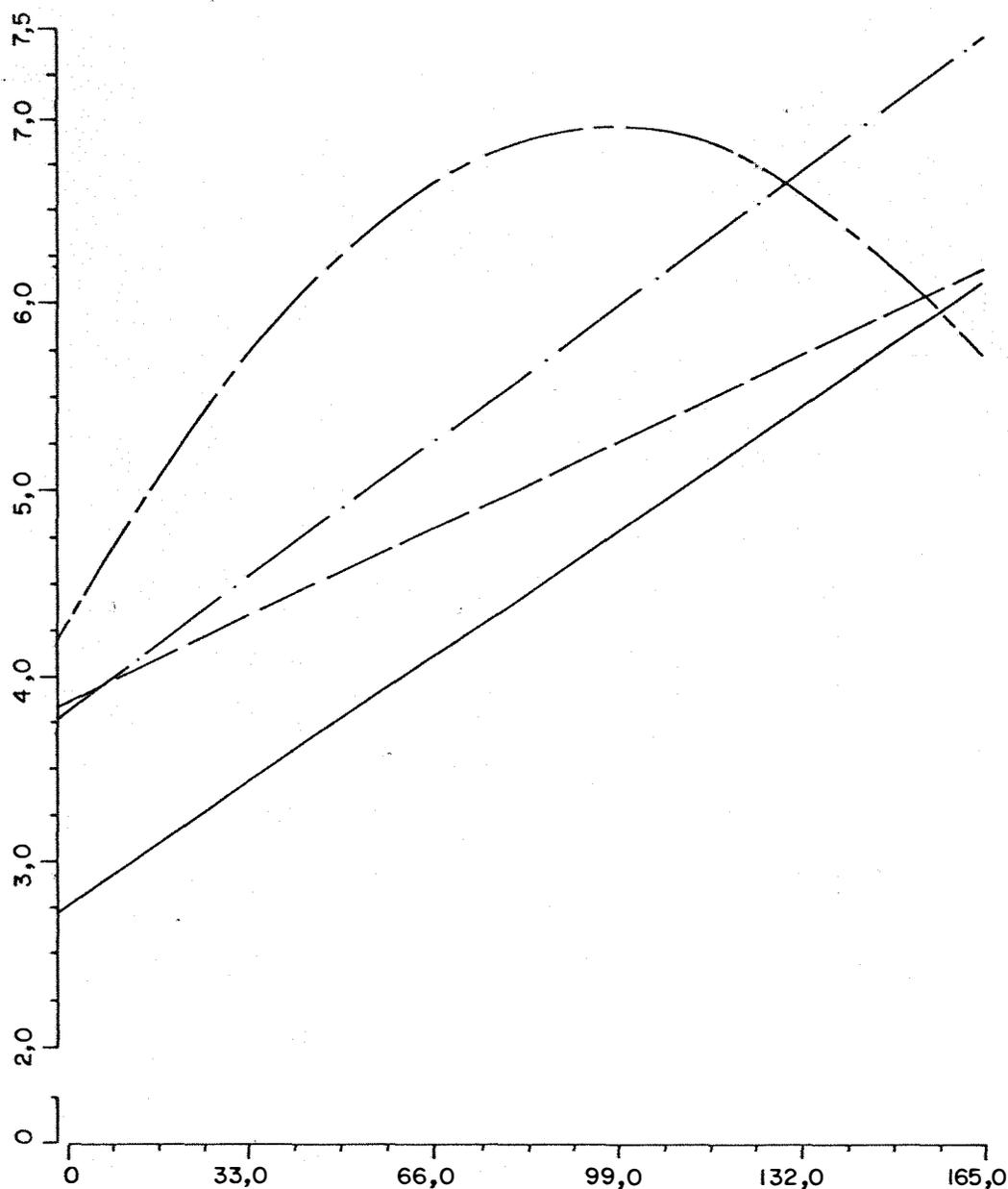
#### 4.2.1.1. Nitrogênio

A influência de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a concentração de nitrogênio na matéria seca dos caules e folhas, e as respectivas análises estatísticas encontram-se nas Tabelas 3, 4, 7 e 8.



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 2,31614286 X_0 + 0,01258009 X_1$	R <sub>2</sub> = 61,47
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 2,37500000 X_0 + 0,02348485 X_1$	R <sub>2</sub> = 83,94
- · - · -	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 2,36250000 X_0 + 0,04444264 X_1 - 0,00020743 X_2$	R <sub>2</sub> = 75,06
- · - · -	N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 2,59485714 X_0 + 0,05657359 X_1 - 0,00027174 X_2$	R <sub>2</sub> = 97,57

Gráfico 1. Curvas de regressão dos pesos da Matéria Seca (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.



————	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub> Y=2,73204762 X <sub>0</sub> + 0,02051861 X <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> =80,31
— · — ·	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub> Y=3,79709524 X <sub>0</sub> + 0,02210390 X <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> =86,05
————	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub> Y= 3,85561905 X <sub>0</sub> + 0,01422078 X <sub>1</sub>	R <sub>2</sub> =75,42
— · — ·	N <sub>200</sub> K <sub>125</sub> Y=4,21953571 X <sub>0</sub> + 0,05540379 X <sub>1</sub> - 0,00027999 X <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> =84,94

Gráfico 2. Curvas de regressão dos pesos da Matéria Seca (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

As Tabelas 13 e 14 mostram aumentos no teor de nitrogênio pela aplicação do mesmo no solo. No caule houve resposta em condições de baixa concentração de fósforo e de potássio no substrato. O mesmo efeito foi determinado nas folhas crescendo-se ainda, o mesmo efeito para os tratamentos com concentração alta de fósforo (132 e 165 miligramas/vaso) e de potássio (125 miligramas/vaso) no substrato.

O potássio aplicado ao solo em condições de baixa concentração de nitrogênio (100 miligramas/vaso) e fósforo ausente na aplicação, provocou aumento de nitrogênio nos caules e folhas.

Foram detectadas diminuições nas concentrações de nitrogênio nas folhas pela aplicação de potássio na presença de doses intermediárias de fósforo (66,99 e 132 miligramas/vaso). EPPENDOFER e BILLE (1974), verificaram um efeito negativo na absorção de nitrogênio com adição de doses elevadas de potássio.

Os Gráficos 3 e 4 ilustram as regressões obtidas para a concentração de nitrogênio nos caules e folhas em função das doses de fósforo.

A concentração de nitrogênio nas folhas aumentou linearmente com o fósforo aplicado no solo, na presença de 100 miligramas de nitrogênio/vaso e ausência de potássio). Para os caules, a concentração de nitrogênio decresceu linearmente com o fósforo aplicado, na presença de 200 miligramas de nitrogênio/vaso e ausência de potássio.

A concentração do nitrogênio nos caules em função da aplicação de fósforo, obedeceu uma equação do 3º grau para os tratamentos

Tabela 13. Concentração de nitrogênio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

P	N	K	
		0	125
0	100	0,65	1,58
	200	1,52	1,51
33	100	0,56	1,08
	200	1,96	1,34
66	100	0,98	0,92
	200	1,45	0,98
99	100	1,27	0,96
	200	1,37	1,23
132	100	1,48	1,08
	200	1,36	1,25
165	100	1,01	0,99
	200	1,08	1,33

DMS Tukey 5%

P D NK = 0,75  
N D PK = 0,57  
K D PN = 0,57

Tabela 14. Concentração de nitrogênio em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

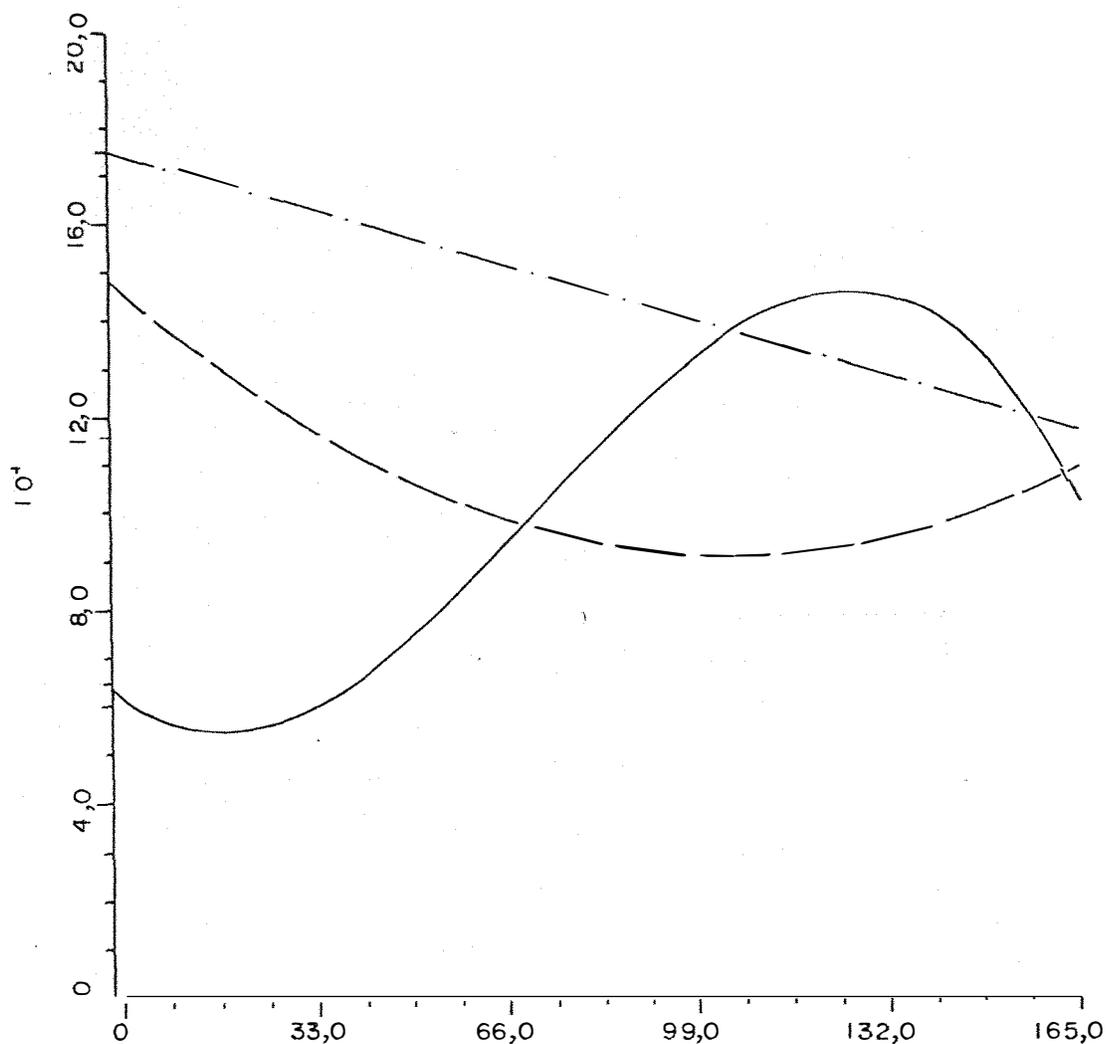
P	N	K	
		0	125
0	100	1,35	2,13
	200	2,51	2,39
33	100	1,48	1,89
	200	2,29	2,10
66	100	2,11	1,53
	200	2,50	1,90
99	100	2,36	1,56
	200	2,30	2,10
132	100	2,28	1,53
	200	2,40	2,39
165	100	2,32	1,90
	200	2,45	2,59

P D NK = 0,80

DMS Tukey 5%

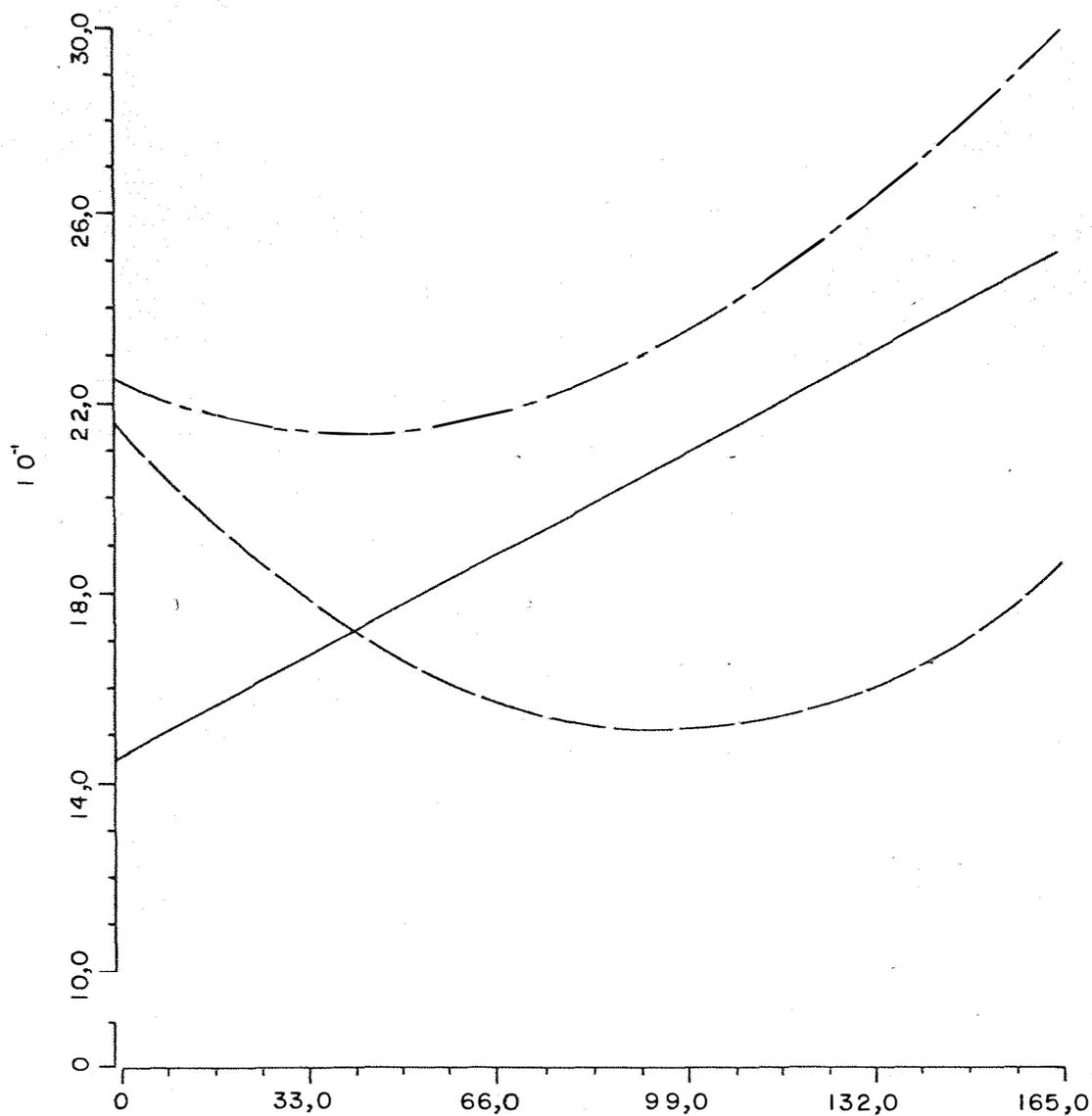
N D PK = 0,55

K D PN = 0,55



————	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 0,64217460 X_0 - 0,01057496 X_1 + 0,00032252 X_2 - 0,00000148 X_3$	R <sub>2</sub> = 98,83
-----	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 1,75190476 X_0 - 0,00354026 X_1$	R <sub>2</sub> = 61,21
— · — ·	N <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	$Y = 1,49803929 X_0 - 0,01110902 X_1 + 0,0005223 X_2$	R <sub>2</sub> = 81,39

Gráfico 3. Curvas de regressão dos teores de Nitrogênio (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 1,44566667 X_0 + 0,00650303 X_1$	R <sub>2</sub> = 79,45
- - -	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 2,17196429 X_0 - 0,01374405 X_1 + 0,00007207 X_2$	R <sub>2</sub> = 93,02
· · ·	N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 2,25723571 X_0 - 0,00500894 X_1 + 0,00005711 X_2$	R <sub>2</sub> = 62,27

Gráfico 4. Curva de regressão dos teores de Nitrogênio (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

com ausência de potássio e 100 miligramas de nitrogênio aplicados por vaso. O fenômeno foi representado por uma curva decrescente com um mínimo de 0,55% de nitrogênio obtida pela aplicação calculada de 18,86 miligramas de fósforo por vaso. A partir deste ponto a curva foi crescente com um máximo de 1,46% de nitrogênio obtida por um valor calculado de 126,13 miligramas de fósforo/vaso.

Na presença de 125 mg de potássio e de 100 e 200 mg de nitrogênio/vaso a concentração de nitrogênio nas folhas apresentou-se como uma função do 2º grau decrescente da dosagem de fósforo aplicada. O mínimo teor foi obtido para as dosagens calculadas de fósforo equivalente a 95,35 e 70,29 mg/vaso, respectivamente. O teor mínimo estimado para estes tratamentos foram: 1,51% e 2,0%, respectivamente.

O mesmo efeito foi obtido para os caules na presença de 100 mg de nitrogênio e 125 mg de potássio/vaso, com um mínimo de 0,90% de nitrogênio para as dosagens calculadas de 106,35 mg de fósforo/vaso.

BENNETT *et alii* (1962) COLE *et alii* (1963) e ARON (1975), relatam que a planta pode ser fisiologicamente estimulada na absorção de nitrogênio, quando maior quantidade do mesmo for aplicada.

#### 4.2.1.2. Fósforo

As concentrações de fósforo na matéria seca dos caules e folhas e as respectivas análises estatísticas em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados no solo, são mostradas nas Tabelas 3, 4, 7 e 8.

Tabela 15. Concentração de fósforo em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio em mg/vaso

P	K	
	0	125
0	0,049	0,057
33	0,065	0,055
66	0,077	0,053
99	0,083	0,058
132	0,087	0,057
165	0,091	0,074
DMS Tukey 5%		P D K = 0,020 K D P = 0,014

Tabela 16. Concentração de fósforo em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso

P	
0	0,076
33	0,076
66	0,084
99	0,090
132	0,095
165	0,098
DMS Tukey 5%	
	0,010

Tabela 17. Concentração de fósforo (%) na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de nitrogênio e potássio em mg/vaso

	K	
	0	125
N <sub>100</sub>	0,07	0,06
N <sub>200</sub>	0,08	0,05
DMS Tukey 5%	N D K = 0,21 K D N = 0,01	

A Tabela 15 mostra que a aplicação de potássio (125 miligramas/vaso) diminuiu o teor de fósforo nos caules das plantas com exceção dos tratamentos com baixas quantidades do mesmo (0 e 33 miligramas de fósforo/vaso).

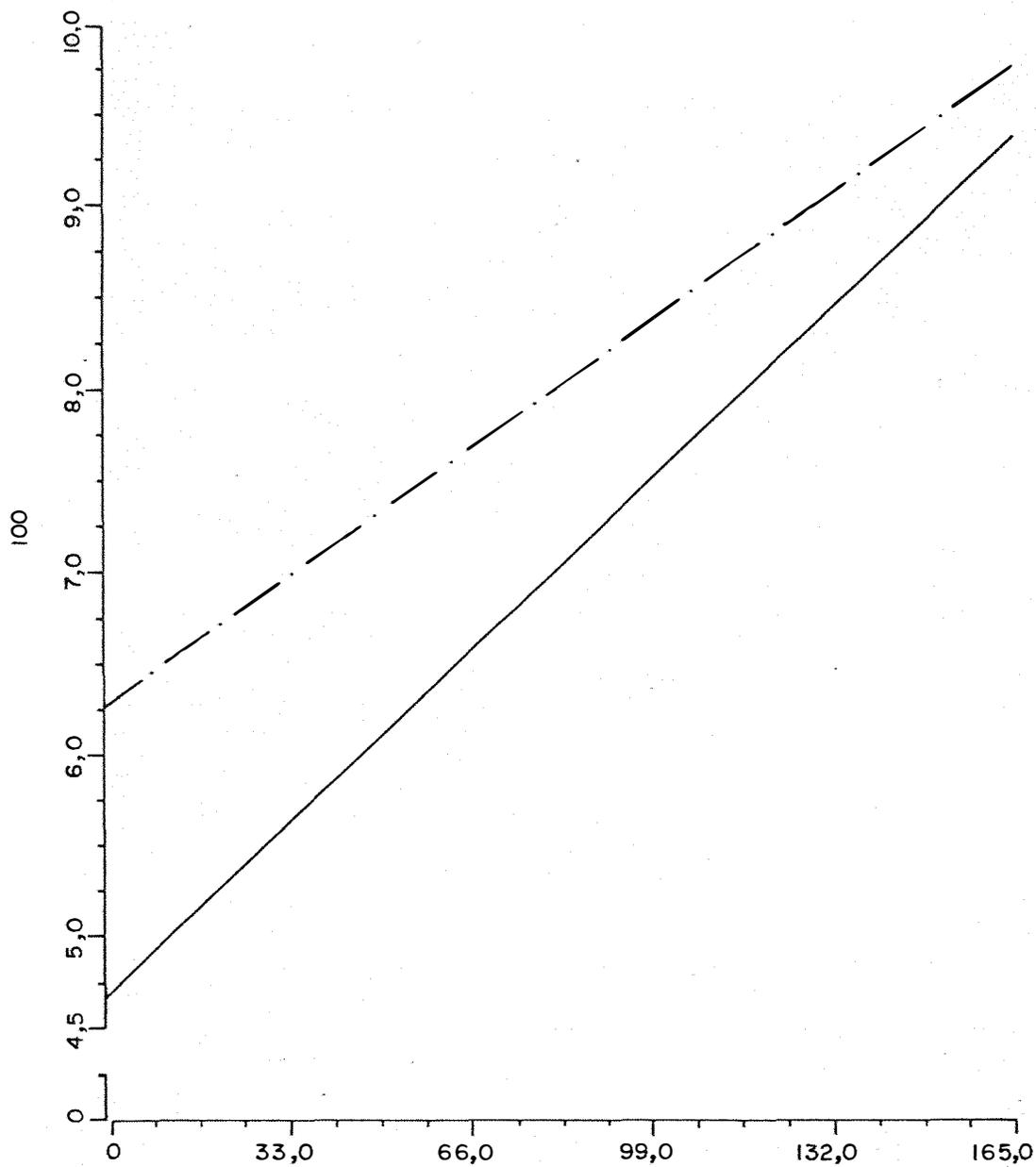
A Tabela 16 demonstra um aumento na concentração de fósforo quando o conteúdo do mesmo aplicado no substrato aumentou.

A Tabela 17 mostra que a aplicação de potássio (125 miligramas/vaso) diminuiu a concentração de fósforo nos caules. O mesmo ocorreu com o aumento da dose de nitrogênio (100 para 200 miligramas/vaso) na presença de 125 miligramas de potássio/vaso. Houve elevação do conteúdo de fósforo, pela aplicação de nitrogênio na ausência de potássio.

Os teores de fósforo encontrados por GALLO *et alii* (1974), analisando 41 amostras de colônia coletadas em várias regiões de pastagens do Estado de São Paulo, variaram de 0,99 a 0,40% na matéria seca.

Os Gráficos 5 e 6 ilustram as regressões obtidas para a concentração de fósforo nos caules e folhas em função das doses de fósforo nos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

As concentrações de fósforo nos caules e folhas aumentaram pela aplicação do elemento no solo, com exceção dos caules e quando o fósforo foi aplicado na presença de 125 miligramas de potássio/vaso. PEDREIRA *et alii* (1972) estudando a composição mineral de diversas gramíneas forrageiras tropicais, incluindo o colônia, encontraram correlações positivas entre o teor de fósforo disponível no solo e a concentração de fósforo na planta



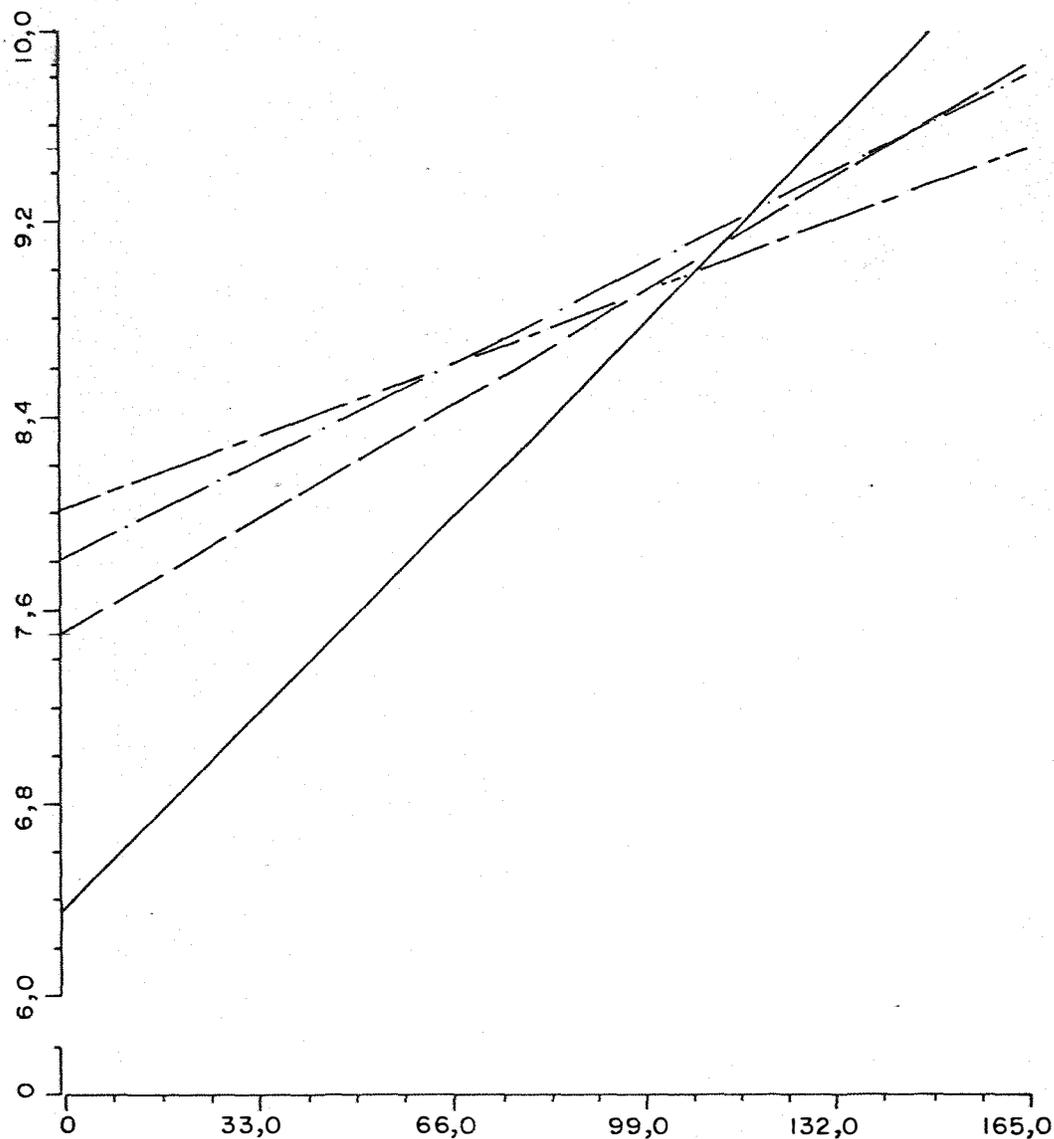
— N<sub>100</sub>K<sub>0</sub>  $Y = 0,04676190 X_0 + 0,00028571 X_1$

$R_2 = 91,12$

- - - N<sub>200</sub>K<sub>0</sub>  $Y = 0,06266667 X + 0,00021212$

$R_2 = 91,34$

Gráfico 5. Curvas de regressão dos teores de Fósforo (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



————	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 0,06352381 X_0 + 0,00024416 X_1$	R <sub>2</sub> =90,21
- . - . -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 0,07809524 X_0 + 0,00012208 X_1$	R <sub>2</sub> =69,47
—— —	N <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	$Y = 0,07519048 X_0 + 0,00014113 X_1$	R <sub>2</sub> =92,39
- - - -	N <sub>200</sub> K <sub>25</sub>	$Y = 0,08023810 X_0 + 0,00009004 X_1$	R <sub>2</sub> =61,56

Gráfico 6. Curvas de regressão dos teores de Fósforo (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

#### 4.2.1.3. Potássio

Nas Tabelas 3, 4, 7 e 8 são apresentadas as concentrações de potássio na matéria seca dos caules e folhas em função das doses dos elementos aplicados no solo, bem como as respectivas análises estatísticas.

A Tabela 18 mostra que houve aumentos da concentração do potássio em função da dose de fósforo.

Nas Tabelas 19 e 20 apresentaram aumento no teor de potássio na matéria seca dos caules e folhas quando nitrogênio foi acrescido de 100 para 200 miligramas/vaso na ausência de potássio; quando o potássio foi aplicado na dosagem de 125 miligramas/vaso a aplicação de 200 miligramas/vaso de nitrogênio no solo, diminuiu o conteúdo de potássio nas folhas.

MAYNARD *et alii* (1968) verificaram "antagonismo" do nitrogênio sobre o potássio quando era fornecido ao solo, na forma amoniacal.

A aplicação de potássio provocou aumento no conteúdo do elemento nos caules e folhas, na presença de 100 miligramas de nitrogênio aplicado por vaso (Tabelas 19 e 21).

A Tabela 20 mostra que a concentração nas folhas aumentou com a aplicação de potássio (125 miligramas/vaso) sendo que a aplicação de fósforo controlou tal efeito.

Os Gráficos 7 e 8 ilustram regressões obtidas para a concentração do potássio nos caules e folhas em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

Tabela 18. Concentração de potássio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso

P	
0	2,34
33	2,23
66	2,41
99	2,48
132	2,77
165	2,77
DMS Tukey 5%	0,29

Tabela 19. Concentração de potássio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso

N	K	
	0	125
100	2,26	2,62
200	2,53	2,60
DMS Tukey 5%	N D K = 0,16 K D N = 0,16	

Tabela 20. Concentração de potássio em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio, em mg/vaso

P	K	
	0	125
0	2,54	2,42
33	2,77	3,08
66	2,56	3,08
99	2,89	3,37
132	2,70	3,87
165	3,57	3,38
DMS Tukey 5%		P D K = 0,59 K D P = 0,45

Tabela 21. Concentração de potássio em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso

N	K	
	0	125
100	2,58	3,50
200	3,10	3,23
DMS Tukey 5%		N D K = 0,26 K D N = 0,26

A concentração de potássio cresceu linearmente com fósforo aplicado no solo para os tratamentos nitrogênio (100 miligramas/vaso) e ausência de potássio tanto nas folhas como caules; o mesmo efeito foi detectado para as folhas submetidas aos tratamentos nitrogênio (200 miligramas no solo) e ausência de potássio.

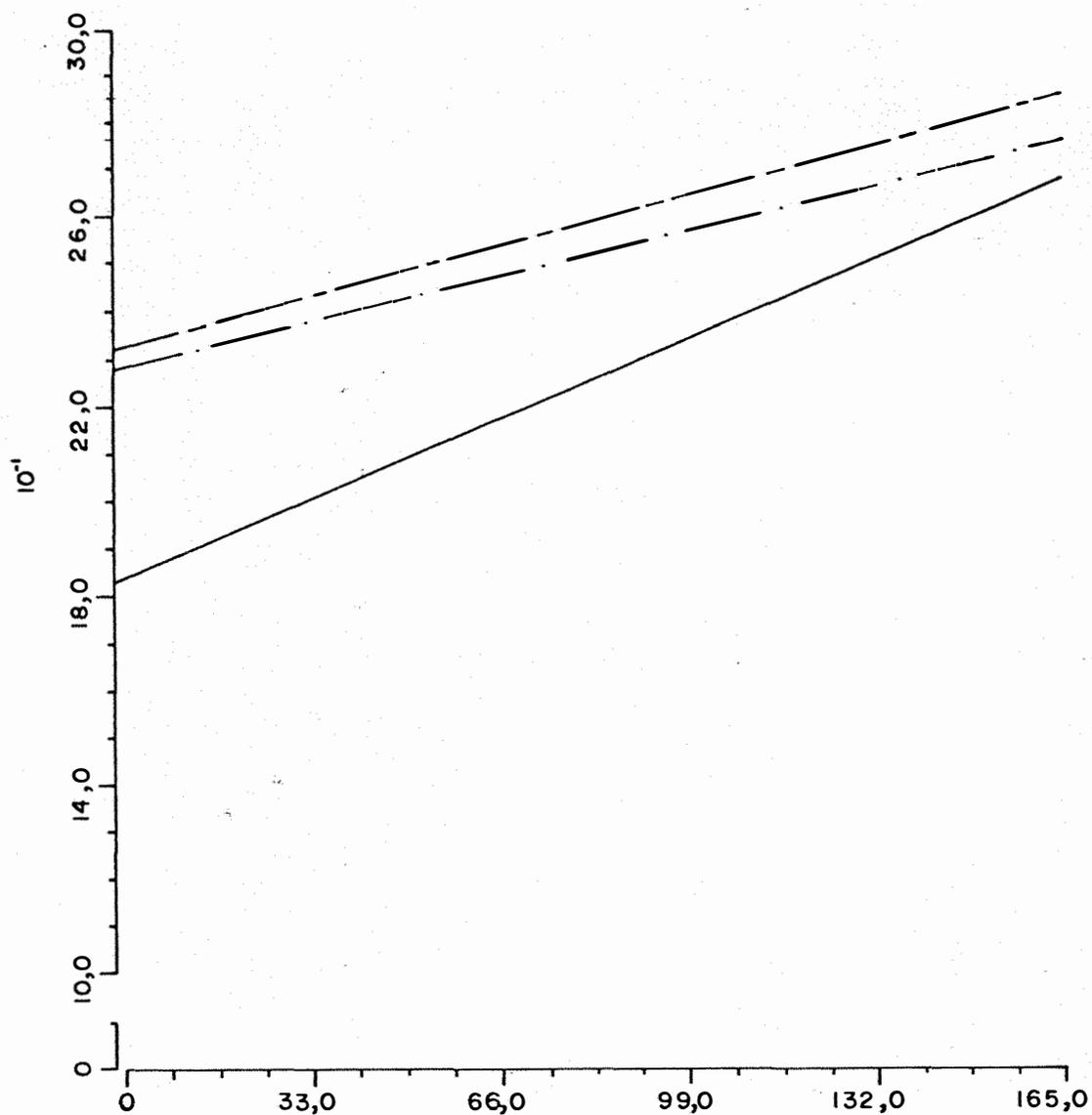
As concentrações de potássio nas folhas submetidas ao tratamento nitrogênio (200 miligramas/vaso) e ausência de potássio, foi função do 3º grau para as concentrações de fósforo aplicadas no substrato. No intervalo calculado de 28,88 e 99,00 miligramas de fósforo aplicados por vaso, o efeito do elemento aplicado foi depressivo com respeito as concentrações de potássio nesta parte da planta.

Para o tratamento nitrogênio e potássio, 100 e 125 miligramas/vaso, respectivamente, o fósforo aplicado aumentou o teor do potássio nas folhas dentro do intervalo calculado 38,04 e 132,09 miligramas de fósforo/vaso.

As concentrações máximas de potássio estimada para estes tratamentos, foram: 2,90% e 4,06%, respectivamente.

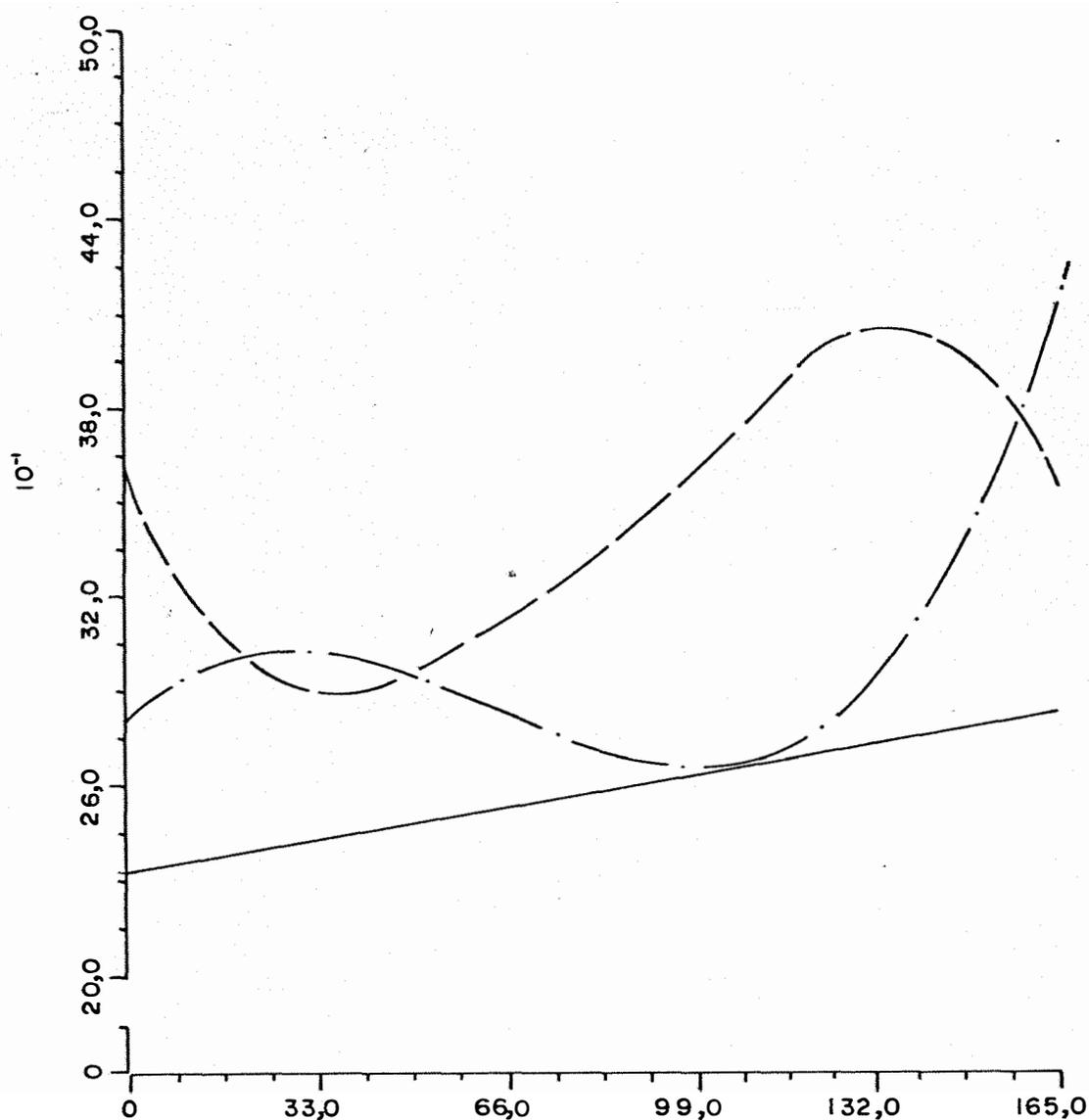
BURKERSRODA (1965) e DECHEVA *et alii* (1970), relataram que a concentração de potássio aumenta na parte aérea, com doses crescentes de fósforo e ausência de nitrogênio, o que vem confirmar os resultados obtidos neste trabalho.

GALLO *et alii* (1974) observaram que o teor médio de potássio na parte aérea do capim colômbio foi de 2,10%.



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 1,83357143 X_0 + 0,00513247 X_1$	R <sub>2</sub> =82,73
— · —	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 2,28261905 X_0 + 0,00303896 X_1$	R <sub>2</sub> =64,35
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 2,32352381 X_0 + 0,00323810 X_1$	R <sub>2</sub> =73,36

Gráfico 7. Curvas de regressão dos teores de Potássio (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 2,32090476 X_0 + 0,00310823 X_1$	R <sub>2</sub> = 94,03
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 2,79929683 X_0 + 0,01834703 X_1 - 0,00041032 X_2 + 0,00000214 X_3$	R <sub>2</sub> = 82,91
- · -	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 3,62471667 X_0 - 0,04203868 X_1 + 0,00071158 X_2 - 0,00000279 X_3$	R <sub>2</sub> = 80,06

Gráfico 8. Curva de regressão dos teores de Potássio (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni' em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

#### 4.2.1.4. Cálcio

As concentrações de cálcio na matéria seca dos caules e folhas, em função das dosagens de nitrogênio, fósforo e potássio no solo, e as respectivas análises estatísticas, encontram-se nas Tabelas 3, 4, 7 e 8.

A Tabela 22 mostra os teores de cálcio nos caules, em função das aplicações de fósforo e nitrogênio no substrato. O aumento da concentração de nitrogênio de 100 para 200 mg/vaso provocou uma diminuição na concentração de cálcio nos caules, na presença de altas concentrações de fósforo no substrato, bem como na presença de 125 mg de potássio/vaso (Tabela 23). Pela Tabela 24 verifica-se que a elevação da dose de nitrogênio aplicada por vaso, aumentou o teor de cálcio nas folhas, na ausência de potássio e diminuiu na presença de 125 mg do elemento por vaso.

Os Gráficos 9 e 10 ilustram as regressões obtidas para a concentração de cálcio nos caules e folhas em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

Só foi possível detectar efeitos do fósforo aplicado ao solo, na concentração de cálcio nos tecidos, para as folhas no tratamento com 100 miligramas de nitrogênio/vaso e ausência de potássio e para os caules, no tratamento com 200 miligramas de nitrogênio e 125 miligramas de potássio/vaso.

O comportamento foi traduzido por uma equação linear, crescente nas folhas e decrescente nos caules.

Tabela 22. Concentração de cálcio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso

P	N	
	100	200
0	0,22	0,21
33	0,20	0,20
66	0,19	0,19
99	0,24	0,16
132	0,23	0,17
165	0,22	0,15

DMS Tukey 5% =

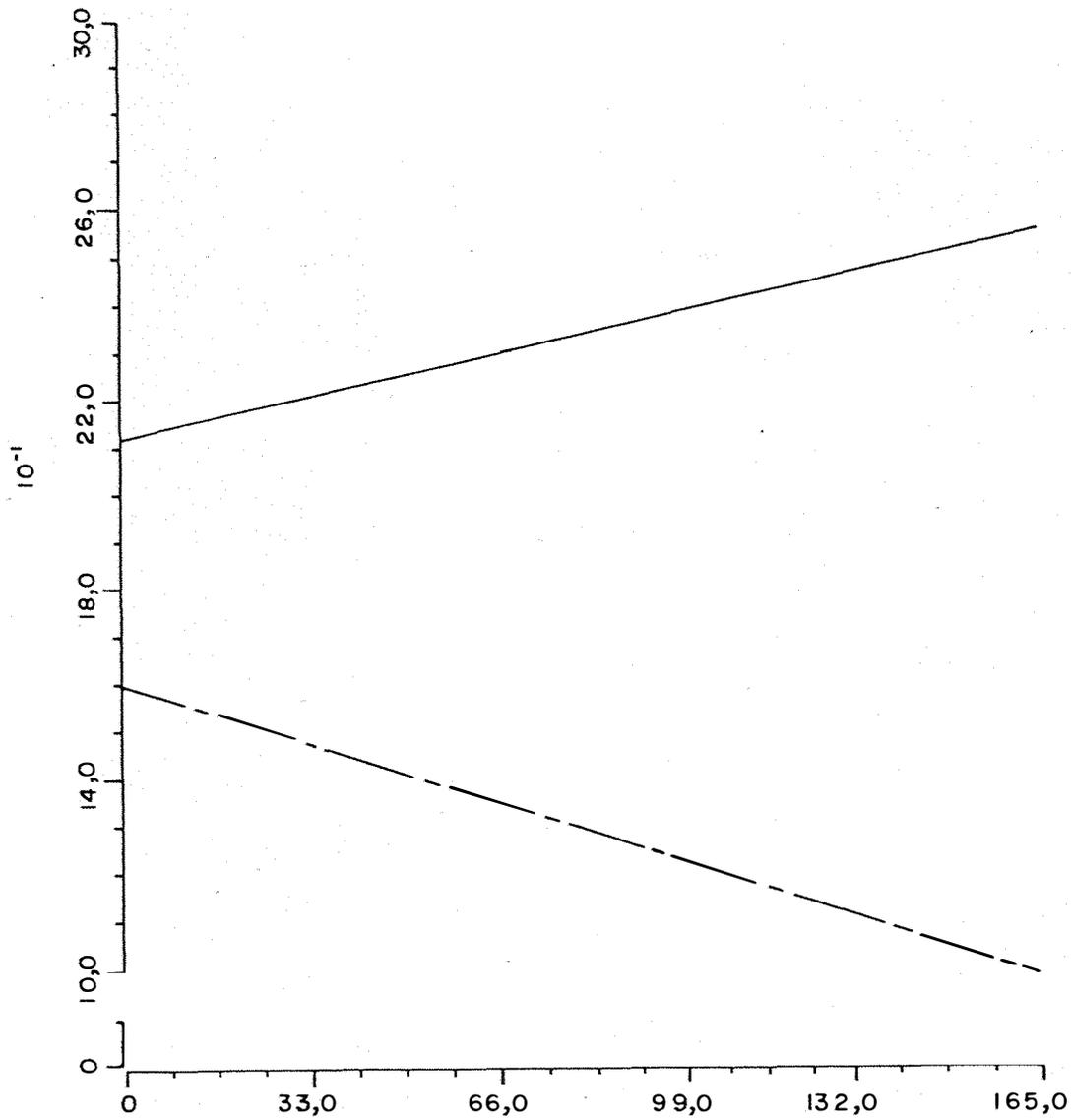
P D N = 0,06  
N D P = 0,04

Tabela 23. Concentração de cálcio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso

N	K	
	0	125
100	0,23	0,20
200	0,23	0,13

DMS Tukey 5%

N D K = 0,02  
K D N = 0,02



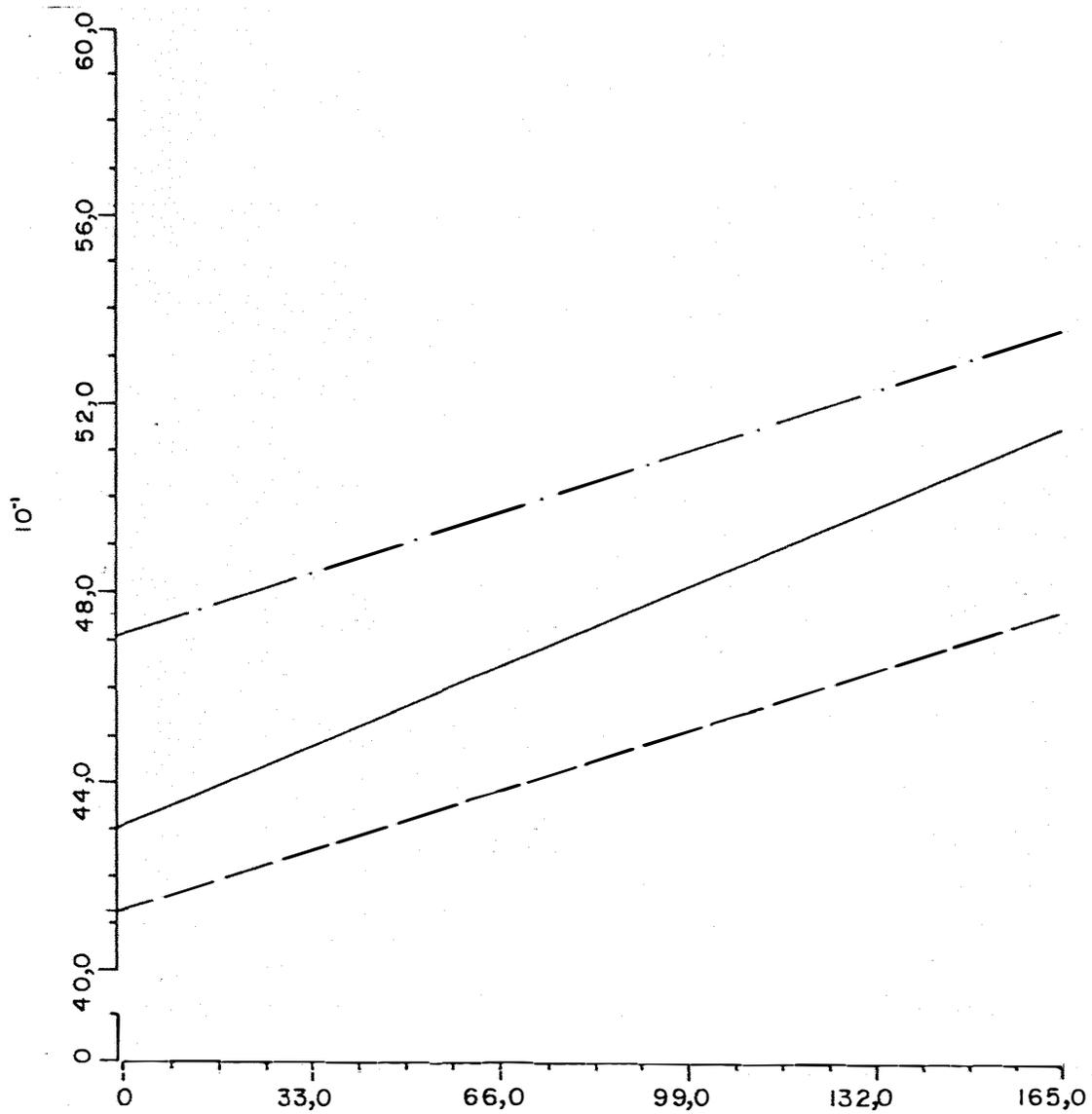
— N100 K0  $Y = 0,21180952 X_0 + 0,00026554 X_1$

$R_2 = 62,26$

- - - N200 K125  $Y = 0,15966667 X_0 - 0,00036970 X_1$

$R_2 = 74,66$

Gráfico 9. Curva de regressão dos teores de Cálcio (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y=0,43048095 X_0 + 0,00050407 X_1$	R <sub>2</sub> =83,64
—	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y=0,47119048 X_0 + 0,00038961 X_1$	R <sub>2</sub> =72,26
—	N <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	$Y=0,41238095 X_0 + 0,00037922 X_1$	R <sub>2</sub> =79,41

Gráfico 10. Curvas de regressão dos teores de Cálcio (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

Tabela 24. Concentração de cálcio em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso

N	K	
	0	125
100	0,47	0,44
200	0,50	0,40
DMS Tukey 5%		N D K = 0,03 K D N = 0,03

Estudos a respeito do assunto foram descritos por LEGGETT e GILBERT (1969), observaram que o conteúdo de cálcio em plantas de soja aumentou substancialmente com adição de nitrogênio na solução nutritiva. SINHA (1961), constatou que a adição de potássio à solução nutritiva diminuiu o conteúdo de cálcio das plantas. Também STEWART e RED (1969), observaram redução no conteúdo de cálcio em cowpea, com aumento das doses de potássio no solo.

#### 4.2.1.5. Magnésio

A influência de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a concentração de magnésio na matéria seca dos caules e folhas, bem como as respectivas análises estatísticas encontram-se nas Tabelas 3, 4, 7 e 8.

Tabela 25. Concentração de magnésio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso

P	N	
	100	200
0	0,26	0,28
33	0,25	0,31
66	0,31	0,28
99	0,33	0,35
132	0,30	0,31
165	0,23	0,36
		P D N = 0,071
DMS Tukey 5%		N D P = 0,049

Tabela 26. Concentração de magnésio em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo e potássio, em mg/vaso

P	K	
	0	125
0	0,23	0,30
33	0,26	0,29
66	0,28	0,30
99	0,36	0,32
132	0,33	0,28
165	0,27	0,32
		P D K = 0,07
DMS Tukey 5%		K D P = 0,04

Tabela 27. Concentração de magnésio em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

P	N	K	
		0	125
0	100	0,28	0,26
	200	0,49	0,35
33	100	0,30	0,33
	200	0,38	0,38
66	100	0,35	0,32
	200	0,36	0,34
99	100	0,43	0,37
	200	0,44	0,44
132	100	0,43	0,31
	200	0,38	0,41
165	100	0,27	0,34
	200	0,40	0,41

P D N K = 0,15

DMS Tukey 5%

N D P K = 0,10

K D P N = 0,10

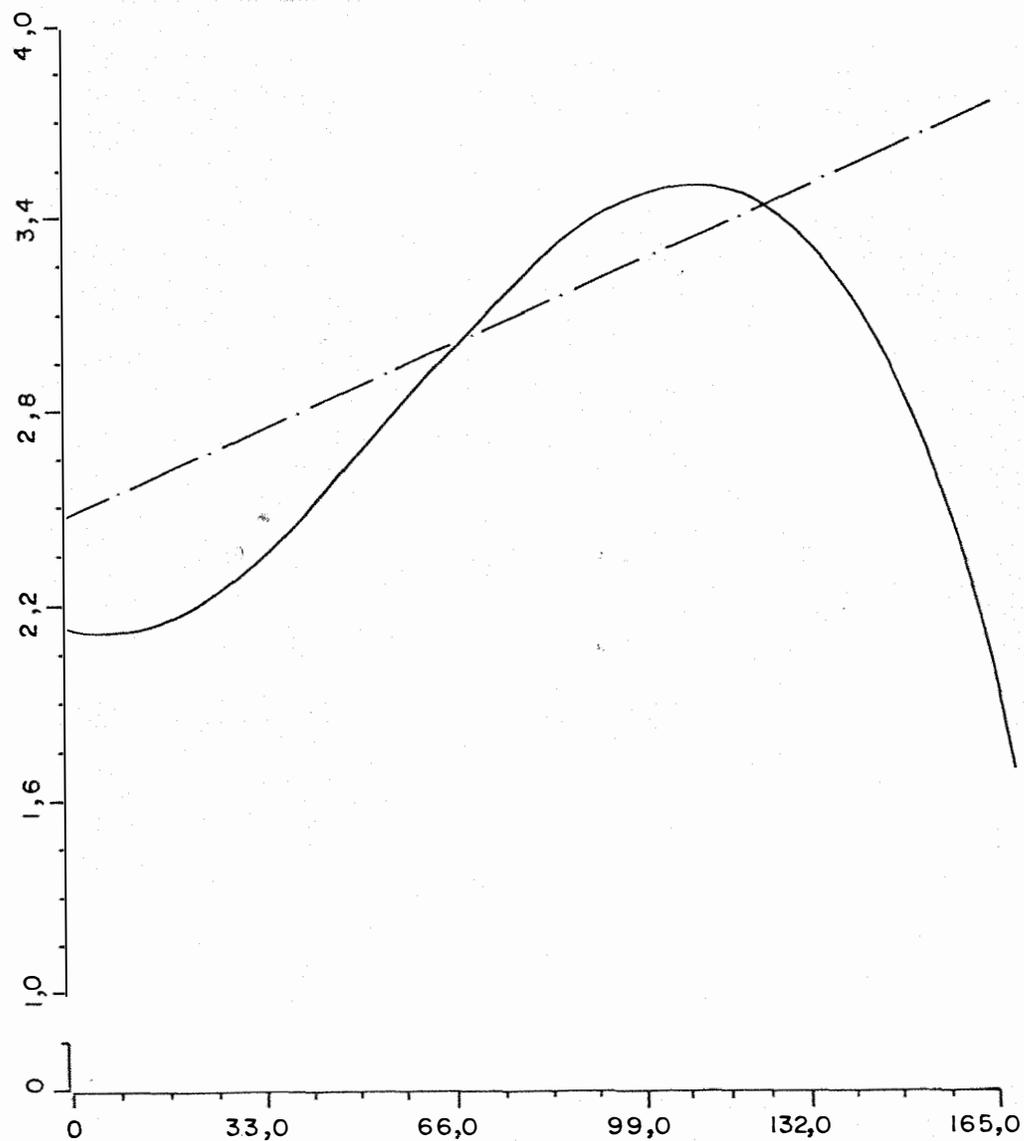
Foram detectados efeitos de aumentos na concentração de magnésio nos caules e folhas pela elevação da dose de nitrogênio aplicado no substrato. Outros resultados mostram o efeito "sinérgico" do nitrogênio na absorção do magnésio (SHEAR e BARROWS, 1972). Foram dependentes das doses de fósforo aplicadas para os caules e de fósforo e potássio para as folhas.

A concentração de magnésio nos caules aumentou em função do potássio aplicado, na ausência e dose máxima de fósforo aplicada no substrato. (Tabela 25). A elevação da dose de potássio no solo, diminuiu a concentração de magnésio nas folhas (Tabela 27) através de interação com o nitrogênio e fósforo aplicados.

DIJKSHOORN *et alii* (1974) relataram a medida que aumentava a aplicação de potássio, crescia o teor de magnésio.

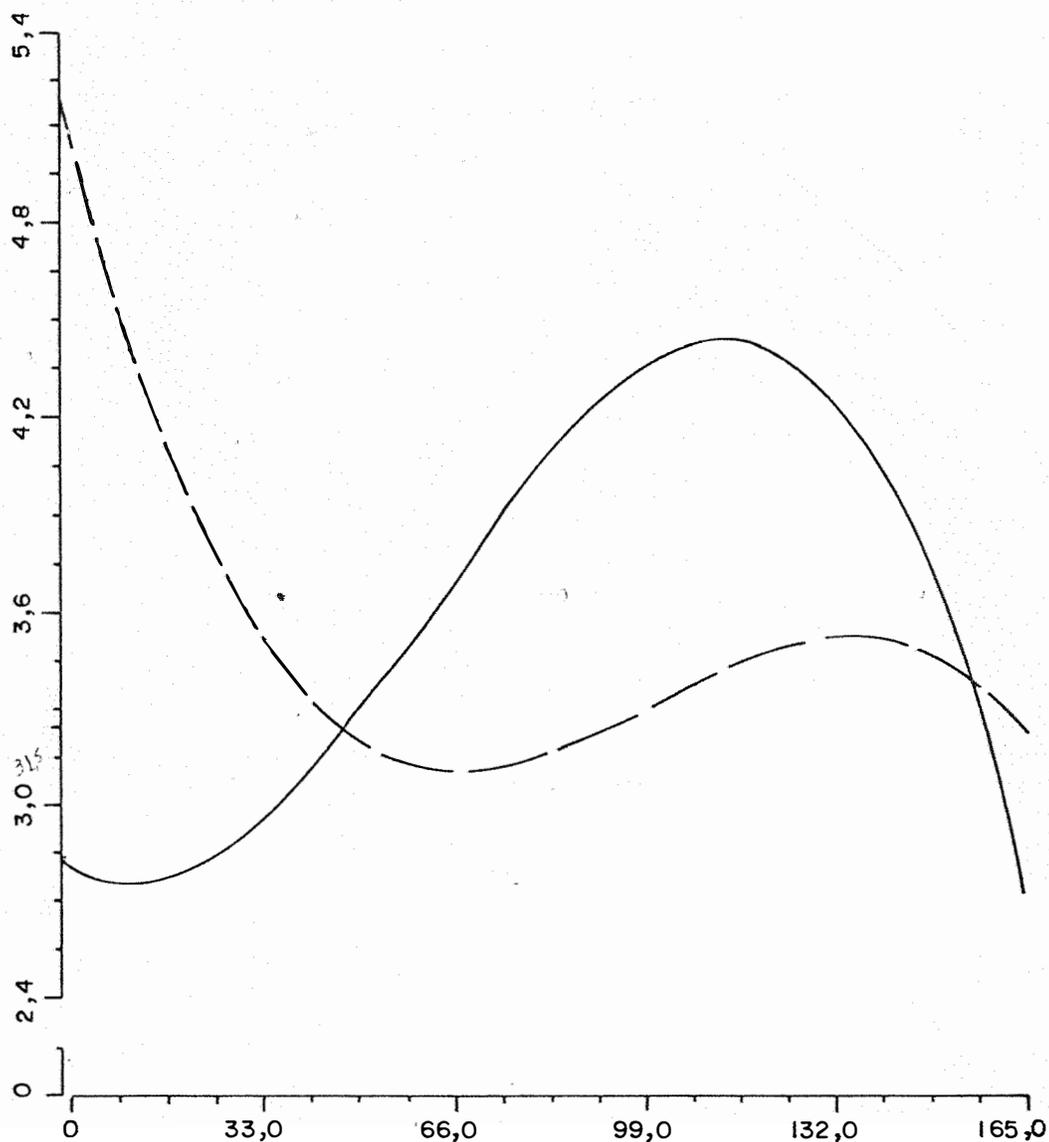
Os Gráficos 11 e 12 ilustram as regressões para a concentração de magnésio nos caules e folhas em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

As concentrações de magnésio nos caules e folhas em função do fósforo aplicado na ausência de potássio e 100 miligramas de nitrogênio/vaso foram representadas por equações do 3º grau: caule - mínimo calculado de 0,21% de Mg obtido por aplicação de 7,52 miligramas de fósforo/vaso e máximo estimado de 0,35% de Mg dependente da aplicação de 108,37 mg de fósforo/vaso. Folhas apresentou com um mínimo calculado de 0,27% de Mg com aplicação de 12,54 miligramas de fósforo/vaso e o máximo de 0,44% de Mg com 113,95 miligramas de fósforo aplicado no substrato.



——— N<sub>100</sub> K<sub>0</sub>  $Y=0,21466667X_0 - 0,00067581X_1 + 0,00004712X_2 - 0,00000027X_3$   $R_2=99,76$   
 - - - - - N<sub>200</sub> K<sub>0</sub>  $Y=0,24714286 X_0 + 0,00076190 X_1$   $R_2=68,94$

Gráfico 11. Curvas de regressão dos teores de Magnésio (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



————— N<sub>100</sub>K<sub>0</sub>     $Y=0,28270635X_0-0,00132488X_1+0,00006013X_2-0,00000032 X_3$          $R_2=98,69$   
 - - - - - N<sub>100</sub>K<sub>25</sub>     $Y=0,51948413X_0-0,00739614X_1+0,00008212X_2-0,00000027 X_3$          $R_2=87,52$

Gráfico 12. Curvas de regressão dos teores de Magnésio (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

No caule, as concentrações de magnésio foram função linear crescente do fósforo aplicado, na ausência de potássio e 200 mg de nitrogênio/vaso.

As concentrações de magnésio nas folhas submetidas ao tratamento nitrogênio e potássio 100 e 125 miligramas/vaso, respectivamente, foi função do 3º grau das concentrações de fósforo aplicadas por vaso. No intervalo calculado de 67,37 e 135,81 miligramas/vaso de fósforo, obteve-se 0,31% de concentração mínima de magnésio e a máxima de 0,35%, respectivamente.

Os teores de magnésio encontrados por GALLO *et alii* (1974), foram de 0,24% em média, no capim colômbio, em diversas regiões do Estado de São Paulo.

A absorção de magnésio aumenta quando a concentração externa de fósforo também aumenta (LOURENÇO *et alii*, 1968).

#### 4.2.1.6. Enxofre

As concentrações de enxofre na matéria seca dos caules e folhas em função das dosagens aplicadas no solo de nitrogênio, fósforo e potássio, e as análises estatísticas correspondentes, encontram-se nas Tabelas 3, 4, 7 e 8.

A aplicação de potássio e nitrogênio no solo, apresentou, nos caules e nas folhas, respectivamente, aumento no teor de enxofre, como demonstra as Tabelas 30 e 31.

Tabela 28. Concentração de enxofre em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso

P	
0	0,09
33	0,09
66	0,09
99	0,11
132	0,13
165	0,12
DMS Tukey 5%	0,03

Tabela 29. Concentração de enxofre em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso

P	
0	0,12
33	0,13
66	0,16
99	0,17
132	0,18
165	0,17
DMS Tukey 5%	0,04

Tabela 30. Concentração de enxofre em % na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso

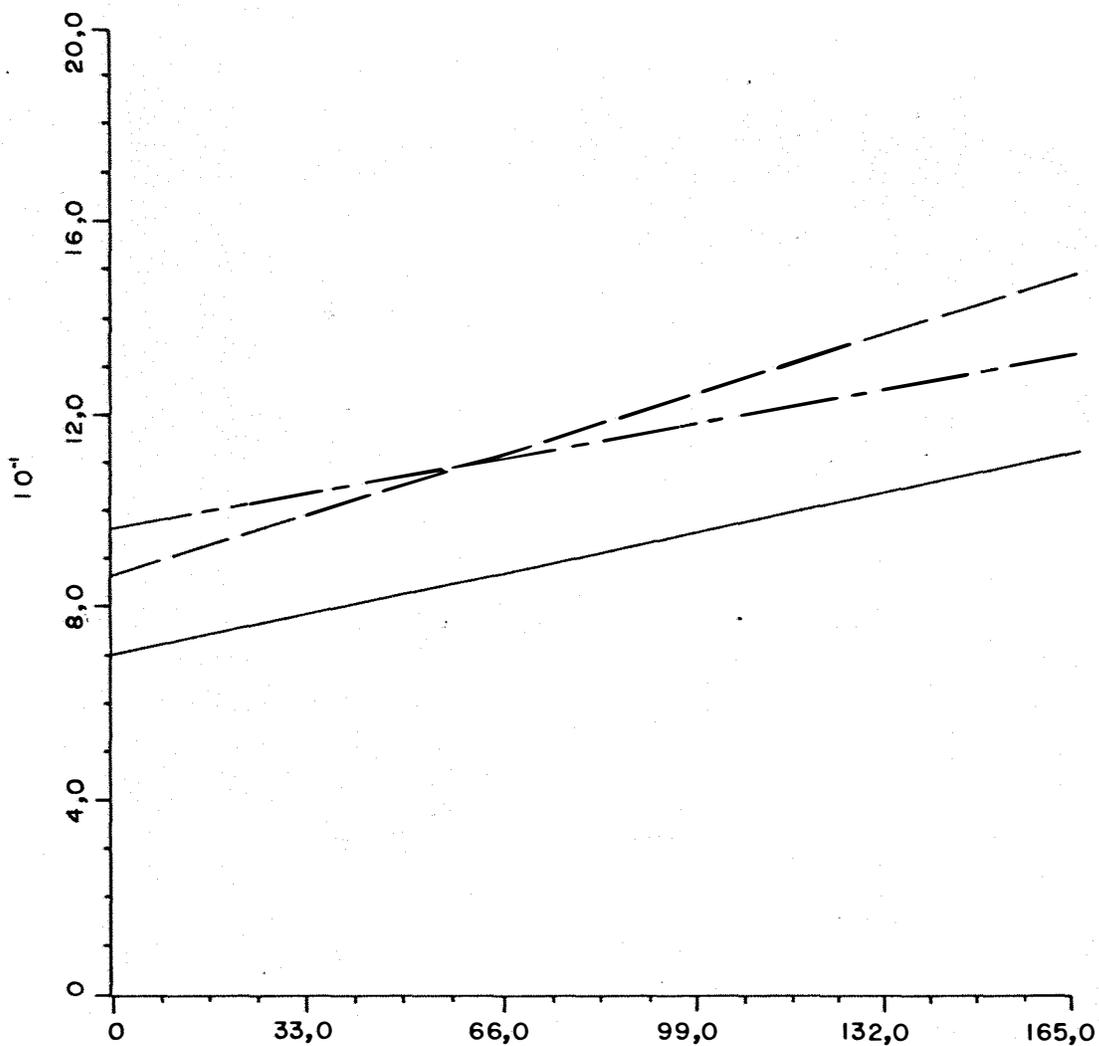
K	
0	0,09
125	0,11
DMS Tukey 5%	0,01

Tabela 31. Concentração de enxofre em % na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio em mg/vaso

N	
100	0,14
200	0,16
DMS Tukey 5%	0,01

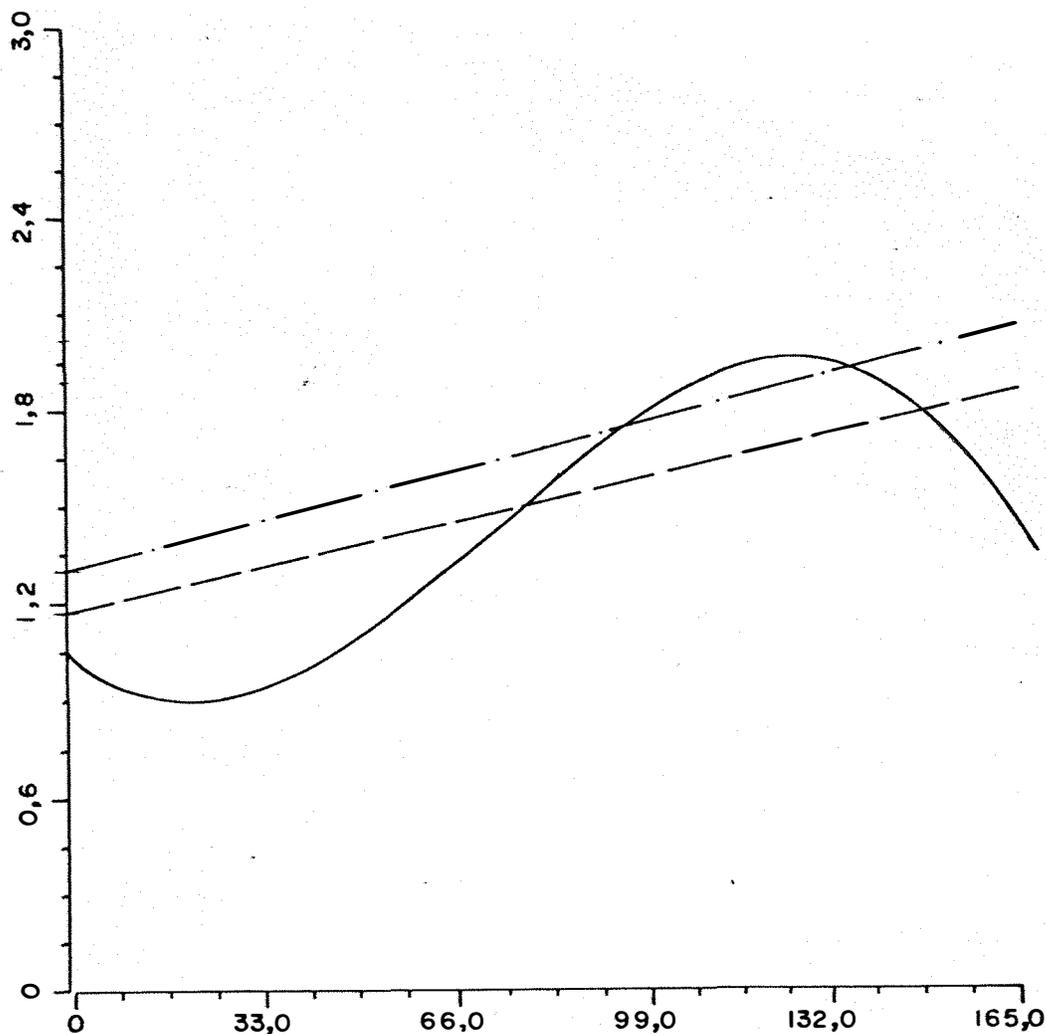
As Tabelas 28 e 29 mostram que houve efeito positivo na concentração do enxofre nos caules e nas folhas pela aplicação do fósforo.

GALLO *et alii* (1974), num levantamento feito no Estado de São Paulo, em diversas regiões, relataram que no capim colômbio a



—	$N_{100}K_0$	$Y=0,07000000 X_0 + 0,00025758 X_1$	$R_2=60,82$
—	$N_{100}K_{125}$	$Y=0,08657143 X_0 + 0,00038095 X_1$	$R_2=77,43$
- - -	$N_{200}K_{125}$	$Y=0,09661905 X_0 + 0,00022078 X_1$	$R_2=70,22$

Gráfico 13. Curvas de regressão dos teores de Enxofre (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y=0,10603016X_0-0,00149614X_1+0,00004115X_2-0,00000019X_3$	R <sub>2</sub> =89,04
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y=0,12980952 X_0 + 0,00045281 X_1$	R <sub>2</sub> =81,70
- · -	N <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	$Y=0,11814286 X_0 + 0,00042251 X_1$	R <sub>2</sub> =61,86

Gráfico 14. Curvas de regressão dos teores de Enxofre (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

concentração média de enxofre foi de 0,065% no cultivar 'Makueni'; a média foi de 0,10% e 0,15%, respectivamente nos caules e folhas.

NOLLER e RHYKERD (1974), MALAVOLTA *et alii* (1974) informaram que aumentando as doses dos elementos citados no solo, cresce a absorção de enxofre.

Os Gráficos 13 e 14 ilustram as regressões obtidas para as concentrações de enxofre nos caules e folhas em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

As concentrações de enxofre, tanto nos caules como nas folhas, em função do fósforo aplicado, obedeceu a equações lineares crescentes, para os tratamentos  $N_{100} K_0$  e  $N_{100} K_{125}$  para os caules e folhas, acrescido ainda do tratamento  $N_{200} K_0$ .

NOLLER e RHYKERD (1974); MALAVOLTA (1978) e MIRANDA (1979), demonstraram que houve correlação positiva entre os teores de enxofre com nitrogênio e fósforo.

#### 4.2.2. Micronutrientes

##### 4.2.2.1. Boro

A concentração de boro na matéria seca nos caules e folhas em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio no solo e as análises estatísticas correspondentes são apresentadas nas Tabelas 5, 6, 9 e 10.

Tabela 32. Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, em mg/vaso

N	
100	13
200	15
DMS Tukey 5%	1

Tabela 33. Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso

P	
0	18
33	15
66	12
99	13
132	13
165	12
DMS Tukey 5%	3

Tabela 34. Concentração de boro em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso

K	
0	13
125	15
DMS Tukey 5%	1

Tabela 35. Concentração de boro em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo em mg/vaso

P	
0	25
33	21
66	14
99	16
132	18
165	21
DMS Tukey 5%	6

Foram detectados efeitos de aumento na concentração de boro nos tecidos das plantas pela elevação de 100 para 200 miligramas de nitrogênio e ausência de potássio para 125 miligramas/vaso. Estas informações são mostradas nas Tabelas 32 e 34.

A concentração de boro nos caules das plantas, diminuiu em função do fósforo aplicado no solo, quando se comparou: ausência de fósforo para a máxima aplicação (165 miligramas) no solo (Tabela 33).

Pesquisadores tem estudado a relação entre potássio e boro. REEVE e SHIVE (1944); OERTLI (1961) e QUELLETTE (1963) observaram que altas doses de potássio causaram uma elevação na concentração de boro solúvel na planta; os mesmos autores relataram ainda, que o potássio poderá agravar os efeitos tóxicos do boro, bem como os de carência. Este aumento na absorção do boro, poderia ser explicado como uma depressão na atividade do cálcio, como decorrência do "antagonismo", potássio/cálcio (SARRUGE, 1968; HADAS e HAGIN, 1972).

Os Gráficos 15 e 16 ilustram as regressões para a concentração de cobre nos caules e folhas em função das doses de fósforo dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

As concentrações de boro nos caules, em função do fósforo aplicado no substrato e submetido ao tratamento com 200 miligramas de nitrogênio e 125 miligramas de potássio/vaso, respectivamente, obedeceu a uma função de 3º grau, crescente no intervalo calculado de 59,63 (mínimo) e 136,26 (máximo) miligramas de fósforo no solo, com teores de boro estimados em 13 ppm e 16 ppm, respectivamente.

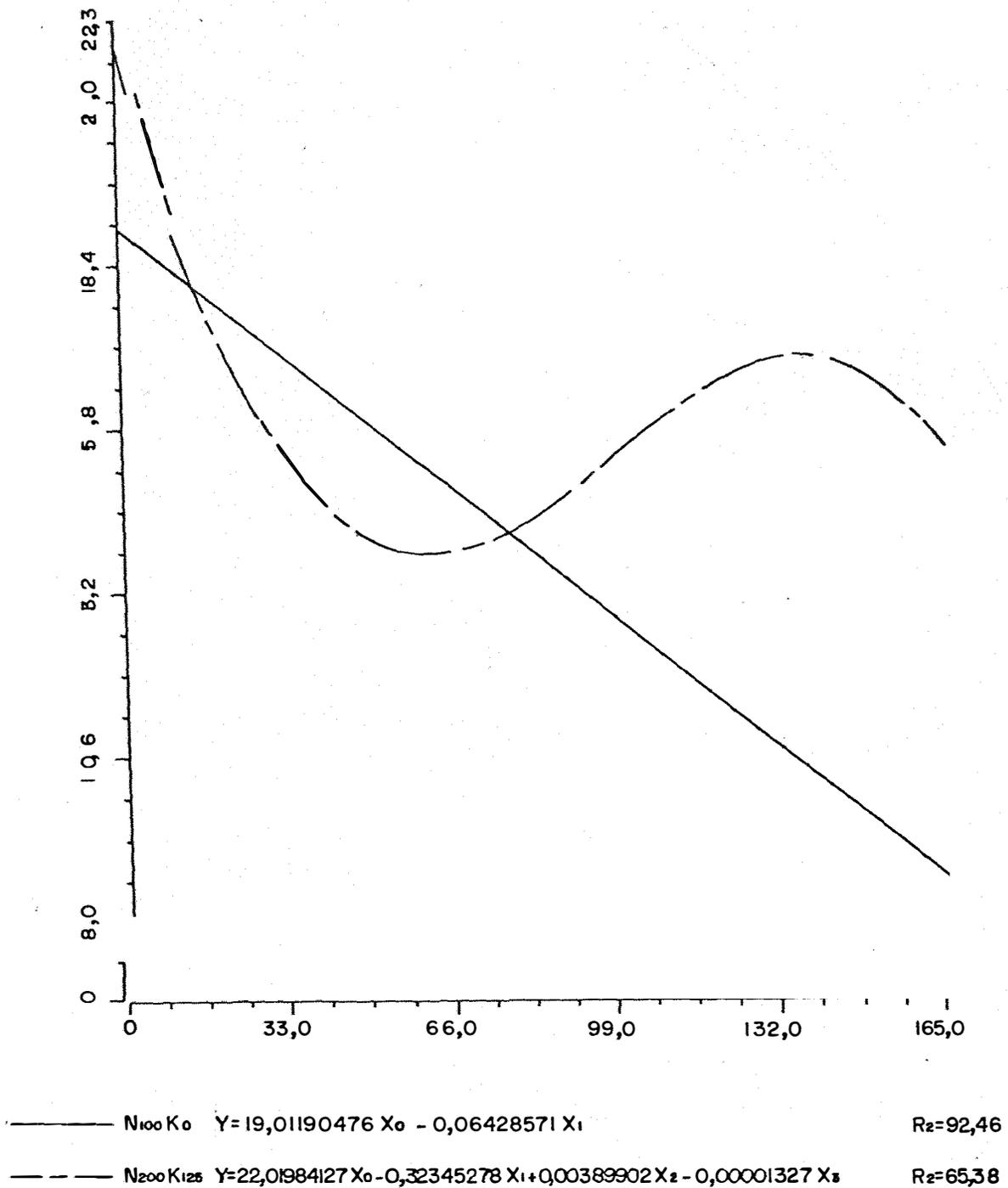
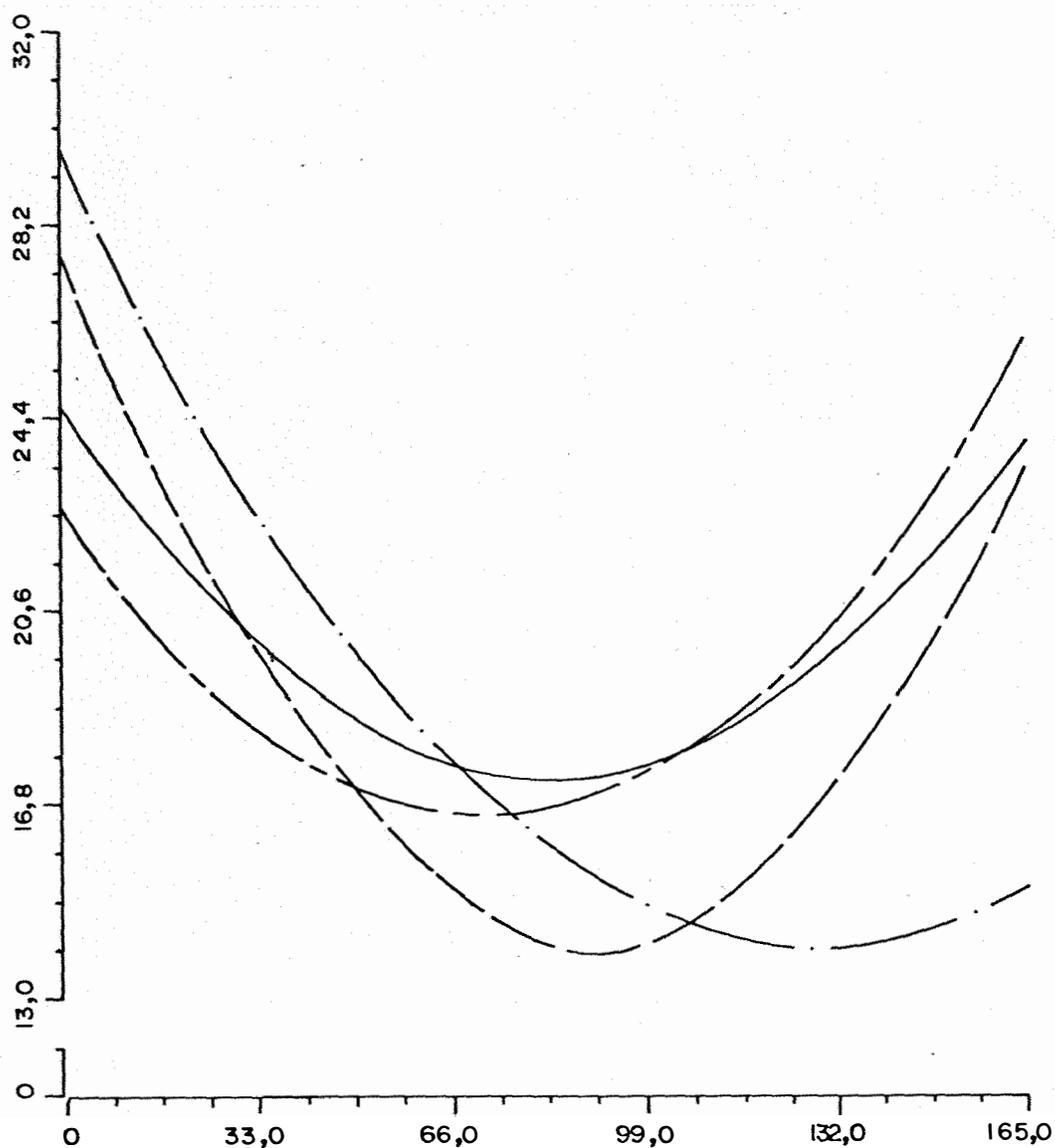


Gráfico 15. Curvas de regressão dos teores de Boro (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 24,59821429 X_0 - 0,17665043 X_1 + 0,00105356 X_2$	$R^2 = 96,32$
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 29,86607143 X_0 - 0,24477814 X_1 + 0,00094697 X_2$	$R^2 = 89,62$
—	N <sub>100</sub> K <sub>25</sub>	$Y = 27,44535714 X_0 - 0,30132576 X_1 + 0,00167667 X_2$	$R^2 = 73,97$
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>25</sub>	$Y = 22,70535714 X_0 - 0,17513528 X_1 + 0,00118474 X_2$	$R^2 = 62,32$

Gráfico 16. Curvas de regressão dos teores de Boro (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

Para o tratamento N<sub>200</sub> K<sub>0</sub>, o conteúdo de boro foi representado por uma equação linear crescente.

As concentrações de boro nas folhas em função do fósforo aplicado foram representadas por funções de 2º grau decrescentes. Os parâmetros para os diversos tratamentos, são apresentados na Tabela 36.

Tabela 36. Doses de fósforo correspondentes ao teor mínimo de boro para os tratamentos

Tratamento	concentração mínima na matéria seca	
	P aplicado mg/vaso	B ppm
N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	83,83	17
N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	129,24	14
N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	89,85	13
N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	73,91	16

Os teores de boro encontrados por GALLO *et alii* (1974), foram de 15 ppm em média, no capim colonião, em diversas regiões do Estado de São Paulo.

#### 4.2.2.2. Cobre

Nas Tabelas 5, 6, 9 e 10 são apresentadas as concentrações de cobre na matéria seca dos caules e folhas em função dos elementos aplicados e as análises estatísticas correspondentes.

Tabela 37. Concentração de cobre em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio em mg/vaso

K	
0	2
125	3
DMS Tukey 5%	1

Tabela 38. Concentração de cobre em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo em mg/vaso

P	N	
	100	200
0	3	4
33	2	5
66	3	3
99	3	2
132	2	1
165	2	2
DMS Tukey 5%	N D P = 1 P D N = 2	

Tabela 39. Concentração de cobre em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/solo

P	N	K	
		0	125
0	100	4	8
	200	7	8
33	100	4	6
	200	7	13
66	100	6	5
	200	5	7
99	100	5	6
	200	5	5
132	100	5	5
	200	3	6
165	100	3	5
	200	6	5

DMS Tukey 5%

P D N K = 3  
N D P K = 2  
K D P N = 2

A Tabela 37 mostra o efeito positivo da aplicação de potássio no teor de cobre nos caules das plantas.

Na Tabela 38 verifica-se aumentos nos teores de cobre dos caules, em função de aplicação de nitrogênio (100 para 200 miligramas/vaso) sob condições de baixas doses de fósforo aplicado (0 e 33 mg/vaso). Para altas concentrações de fósforo aplicado (99 e 132 miligramas/vaso) o fenômeno foi de diminuição da concentração do micronutriente.

A Tabela 39 mostra o efeito da interação nitrogênio, fósforo e potássio nas concentrações de cobre nas folhas. Foram registrados efeitos de aumento na concentração de cobre naquelas partes em função da aplicação de nitrogênio e potássio. Em apenas um caso, foi verificado diminuição no teor do micronutriente pela aplicação de nitrogênio (presença de  $P_{132} K_0$ ).

Trabalhos experimentais tem mostrado que doses excessivas de fertilizantes fosfatados, tem sido relacionados, com a redução de cobre nas plantas. OLSEN *et alii* (1977) relataram que severas deficiências de cobre foram detalhadas com o fornecimento de fósforo no solo, esta interação parece ser oriunda de reações que ocorreram no solo. BINGHAN *et alii* (1958) acreditam que o fósforo pode imobilizar o cobre como fosfatos pouco solúveis.

Os Gráficos 17 e 18 ilustram as regressões para a concentração de cobre nos caules e folhas em função das doses de fósforo

dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

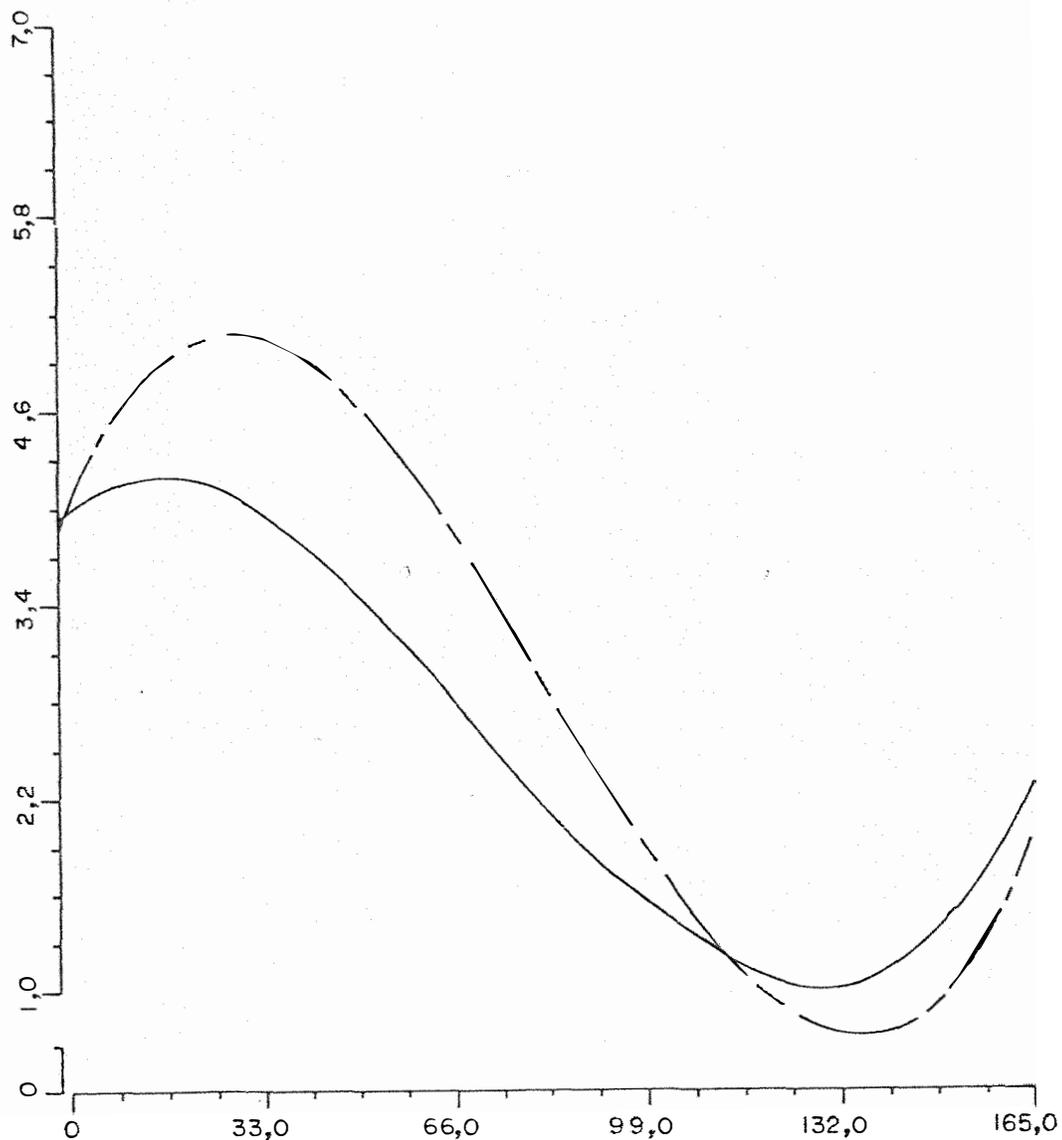
Para os caules e folhas, as concentrações de cobre em função das aplicações de fósforo no solo foram representados por função de 3º grau, na presença de nitrogênio aplicado na dose de 200 miligramas/vaso. As curvas mostram um efeito negativo do fósforo aplicado, nos seguintes intervalos (Tabela 40).

Tabela 40. Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de cobre para os tratamentos

Tratamento	concentração de cobre na matéria seca				
	Mínima		Máxima		
	P mg/vaso	Cu ppm	P mg/vaso	Cu ppm	
N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	caules	131,20	1	18,82	4
	folhas	124,32	3	20,43	7
N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	caules	135,32	1	30,03	5
	folhas	135,24	4	33,24	10

As concentrações de cobre nas folhas em função do fósforo aplicado na presença 100 miligramas de nitrogênio/vaso e ausência de potássio foram representadas por uma equação de 2º grau com um ponto de máxima (6 ppm), obtida com uma dose calculada de fósforo equivalente a 76,76 miligramas/vaso.

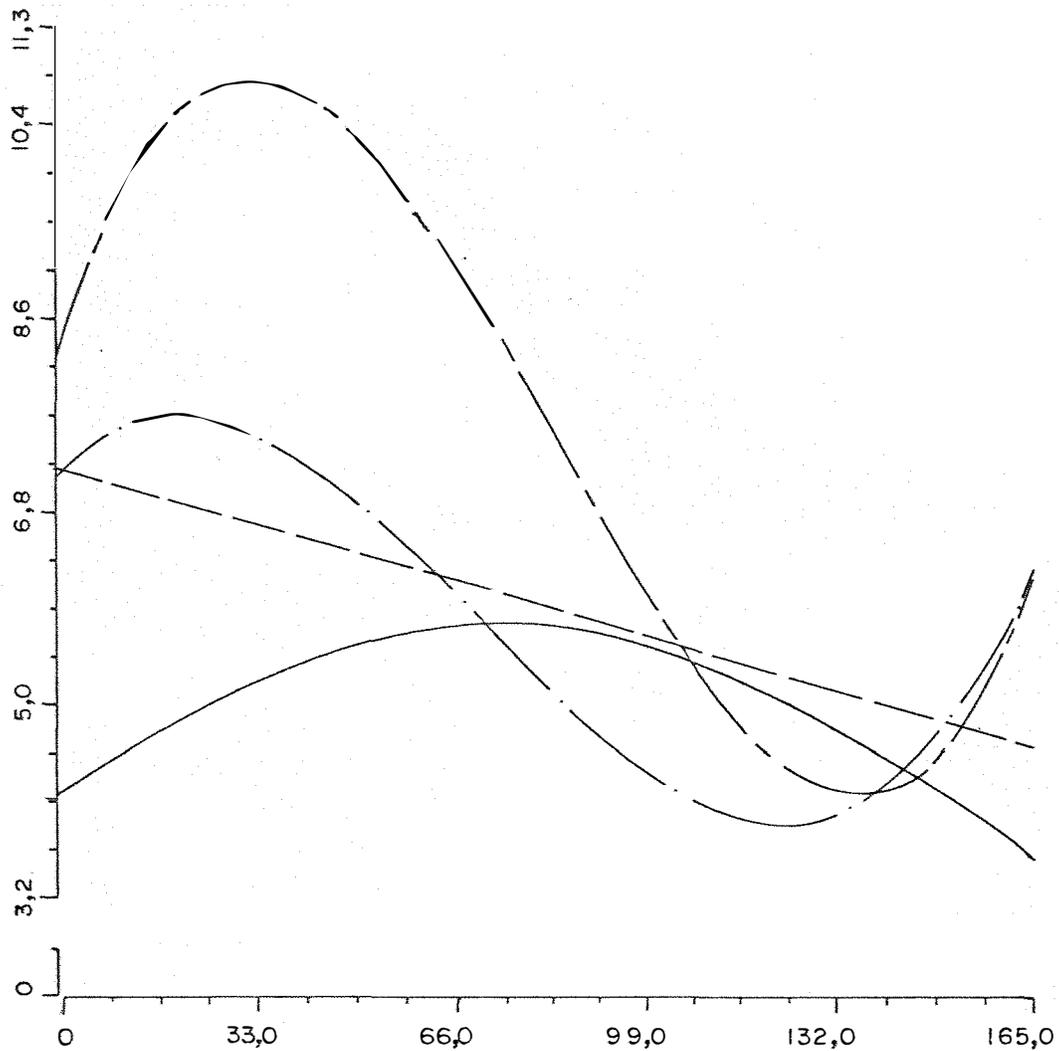
Na presença de 100 miligramas de nitrogênio e 125 miligramas de potássio no solo, as concentrações foram representadas por



— N<sub>100</sub> K<sub>0</sub>  $Y=3,88492063 X_0 + 0,03244749 X_1 - 0,00098569 X_2 + 0,00000438 X_3$   $R_2=93,42$

- - - N<sub>200</sub> K<sub>125</sub>  $Y=3,83928571 X_0 + 0,09190115 X_1 - 0,00186934 X_2 + 0,00000754 X_3$   $R_2=80,99$

Gráfico 17. Curvas de regressão dos teores de Cobre (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	$N_{100} K_0$	$Y = 4,11607143 X_0 + 0,04342532 X_1 - 0,00028286 X_2$	$R_2 = 68,45$
- - -	$N_{200} K_0$	$Y = 7,19444444 X_0 + 0,5252926 X_1 - 0,00149675 X_2 + 0,00000689 X_3$	$R_2 = 89,14$
—	$N_{100} K_{125}$	$Y = 7,23809524 X_0 - 0,01601732 X_1$	$R_2 = 74,27$
- - -	$N_{200} K_{125}$	$Y = 8,26190476 X_0 + 0,16967292 X_1 - 0,00317843 X_2 + 0,00001256 X_3$	$R_2 = 66,83$

Gráfico 18. Curvas de regressão dos teores de Cobre (Y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

uma equação linear decrescente.

Os teores de cobre encontrados por GALLO *et alii* (1974), foram de 8 ppm em média, no capim colonião em diversas regiões do Estado de São Paulo.

Doses excessivamente elevadas de fertilizantes fosfatadas, tem sido selecionadas, com a redução do teor de cobre nas plantas; estudos a este respeito foram efetuados por DEKOCK (1960).

#### 4.2.2.3. Ferro

A concentração de ferro na matéria seca dos caules e folhas, em função das doses de nitrogênio e potássio no solo, e as análises estatísticas são mostrados nas Tabelas 5, 6, 9 e 10.

A Tabela 41 mostra efeitos não conclusivos tanto de aumento como diminuição do teor de ferro na matéria seca dos caules em função de variação da concentração do nitrogênio aplicado no solo. Os efeitos registrados para aplicação de potássio, também não foram conclusivos, mas registraram-se apenas no sentido de diminuição no teor de ferro.

Houve efeito positivo de aplicação de potássio (125 miligramas/vaso), provocando um acréscimo no conteúdo de ferro na matéria seca das folhas (Tabela 42).

Foram detectados aumentos na concentração de ferro nas folhas pela aplicação de 200 miligramas de nitrogênio no substrato na presença de doses intermediárias e altas de fósforo (66, 99 e 165

Tabela 41. Concentração de ferro em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

P	N	K	
		0	125
0	100	65	83
	200	119	65
33	100	52	75
	200	64	59
66	100	56	64
	200	65	51
99	100	58	59
	200	75	49
132	100	75	50
	200	54	47
165	100	51	53
	200	51	54

P D N K = 21

DMS Tukey 5%

N K P K = 14

K D P N = 14

Tabela 42. Concentração de ferro em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso

K	
0	140
125	154
DMS Tukey 5%	10

Tabela 43. Concentração de ferro em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e fósforo, em mg/vaso

P	N	
	100	200
0	130	144
33	140	133
66	124	192
99	130	172
132	149	166
165	116	167
DMS Tukey 5%	N D P = 25	
	P D N = 37	

miligramas) no solo (Tabela 43).

Recentemente CUMBUS *et alii* (1977) observaram que a absorção total do ferro, foi severamente deprimida pela alta concentração de fósforo na solução nutritiva com agrião. DECOCK (1960) relatou que uma alta relação fósforo/ferro estava relacionada com o aparecimento de deficiência de ferro, em mostarda.

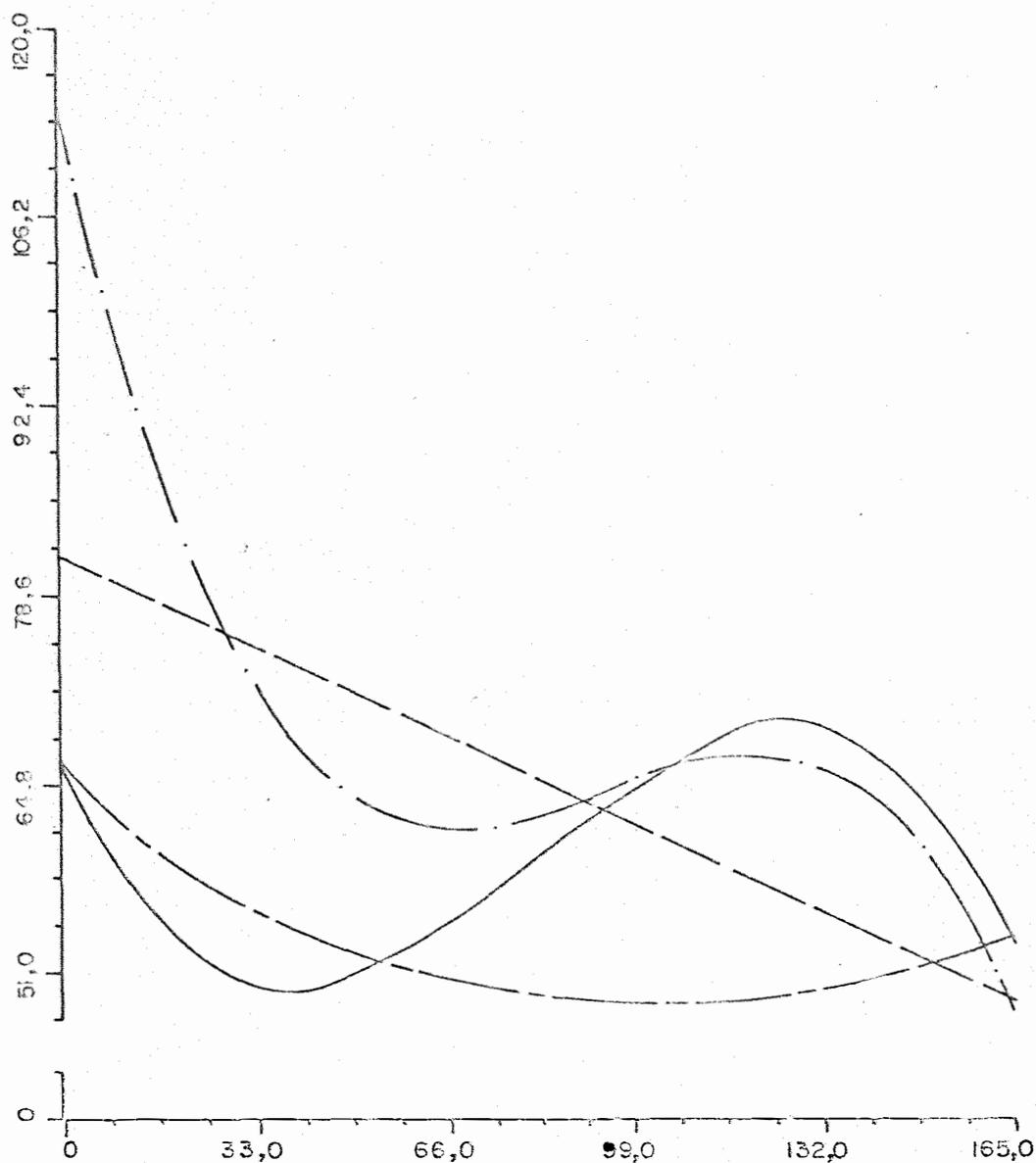
Os Gráficos 19 e 20 ilustram as regressões obtidas para a concentração de ferro nos caules e folhas em função das doses de fósforo nos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

Para os caules, as concentrações de ferro em função das aplicações de fósforo no solo, foram representadas por funções do 3º grau na presença de nitrogênio e ausência de potássio. As curvas mostram efeito inicial depressivo do fósforo aplicado com os seguintes intervalos (Tabela 44).

Tabela 44. Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de ferro para os tratamentos

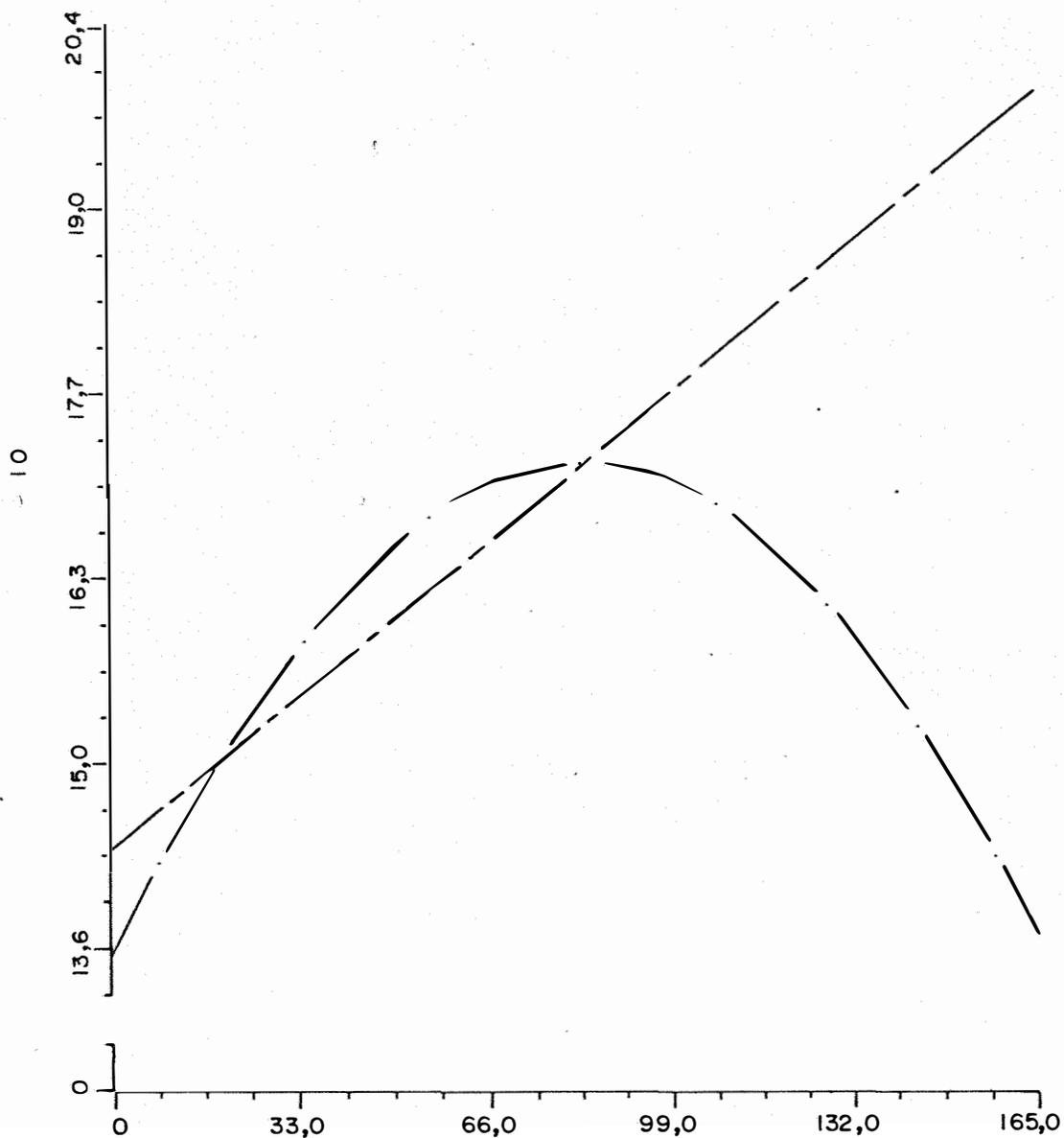
Tratamento	concentração de ferro na matéria seca			
	P mg/vaso	Fe ppm	P mg/vaso	Fe ppm
N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	39,36	50	125,20	70
N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	68,42	61	120,32	67

A concentração de ferro no caule, em função do fósforo aplicado no solo e submetido ao tratamento N<sub>200</sub> K<sub>125</sub>, obedeceu a uma função do 2º grau decrescente com um mínimo calculado de 48 ppm de



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 66,19444444 X_0 - 0,93520023 X_1 + 0,015643 X_2 - 0,00006325 X_3$	R <sub>2</sub> = 76,14
- - -	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y = 116,23611111 X_0 - 1,97275333 X_1 + 0,02261340 X_2 - 0,00007937 X_3$	R <sub>2</sub> = 89,01
—	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 81,15476190 X_0 - 0,20086580 X_1$	R <sub>2</sub> = 90,95
- - -	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y = 66,57142857 X_0 - 0,33484848 X_1 + 0,00154139 X_2$	R <sub>2</sub> = 95,38

Gráfico 19. Curvas de regressão dos teores de Ferro (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



— N<sub>200</sub>K<sub>0</sub>  $Y=135,09821429 X_0 + 0,88016775 X_1 - 0,00525958 X_2$   $R_2=62,67$

- - - N<sub>200</sub>K<sub>125</sub>  $Y=143,51190476 X_0 + 0,32207792 X_1$   $R_2=60,71$

Gráfico 20. Curvas de regressão dos teores de Ferro (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

ferro, função da aplicação de 108,61 mg de fósforo/vaso.

Para o tratamento  $N_{100} K_{125}$  nos caules a concentração de ferro foi representada por uma função linear decrescente.

As concentrações de ferro nas folhas em função do fósforo aplicado na presença de  $N_{200} K_0$ , foram representadas por uma equação do 2º grau com um ponto de máximo (172 ppm) obtida com uma dose calculada de fósforo equivalente a 83,67 miligramas/vaso.

Na presença de  $N_{200} K_{125}$  o fósforo aplicado aumentou linearmente a concentração de ferro.

GALLO *et alii* (1974) observaram que o teor médio de ferro na parte aérea no capim colômbio foi de 15 ppm.

MALAVOLTA (1978) afirma que altos teores de fósforo e cálcio no tecido inativo, o ferro mesmo nas variedades mais eficientes.

#### 4.2.2.4. Manganês

Nas Tabelas 5, 6, 9 e 10 são mostradas as concentrações de manganês na matéria seca nos caules e folhas em função das doses dos elementos aplicados e as análises estatísticas correspondentes.

As Tabelas 45 e 46 mostram que houve aumentos nos teores de manganês pela aplicação de 200 miligramas quando comparado com 100 miligramas de nitrogênio no vaso, efeitos estes controlados pelas doses de fósforo e potássio aplicadas.

Tabela 45. Concentração de manganês em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

P	N	K	
		0	125
0	100	46	79
	200	102	69
33	100	49	73
	200	108	67
66	100	75	79
	200	82	71
99	100	56	65
	200	103	64
132	100	65	88
	200	107	87
165	100	57	77
	200	88	110

P D N K = 20

DMS Tukey 5%

N D P K = 13

K D P N = 13

Tabela 46. Concentração de manganês em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em mg/vaso

P	N	K	
		0	125
0	100	23	69
	200	56	73
33	100	37	58
	200	68	68
66	100	65	67
	200	63	68
99	100	54	58
	200	62	63
132	100	60	66
	200	76	90
165	100	52	74
	200	75	86

DMS Tukey 5%

P D N K = 16

N D P K = 11

K D P N = 11

Os efeitos registrados da aplicação de potássio na concentração de manganês das folhas, foram de maneira geral no sentido de elevar a concentração do micronutriente nos caules.

Esse efeito interagiu com aplicação de nitrogênio, aumentando para doses baixas (100 mg/vaso) e diminuindo na presença de doses maiores (200 mg/vaso), com apenas uma exceção.

BOTINER (1935) e HEINTZER (1968) sugeriram que uma alta concentração interna de fósforo em plantas, poderia minimizar os efeitos tóxicos do manganês e diminuir sua absorção.

GALLO *et alii* (1974) encontraram em 41 amostras de capim colonião, teor médio de 90 ppm de manganês. Foi encontrado neste trabalho uma média de 64 ppm e 78 ppm nos caules e folhas, respectivamente.

Os Gráficos 21 e 22 ilustram as regressões obtidas para a concentração de manganês nos caules e folhas em função das doses de fósforo nos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

Para os caules e folhas, as concentrações de manganês, em função das aplicações de fósforo no solo, foram representadas por funções do 2º grau na presença de 100 e 200 miligramas de nitrogênio e 125 miligramas de potássio/vaso. As curvas mostraram efeito negativo do fósforo aplicado dentro de determinados intervalos. Os parâmetros para os diversos tratamentos, encontram-se na Tabela 47.

Tabela 47. Doses de fósforo correspondentes aos teores mínimos de manganês para os tratamentos

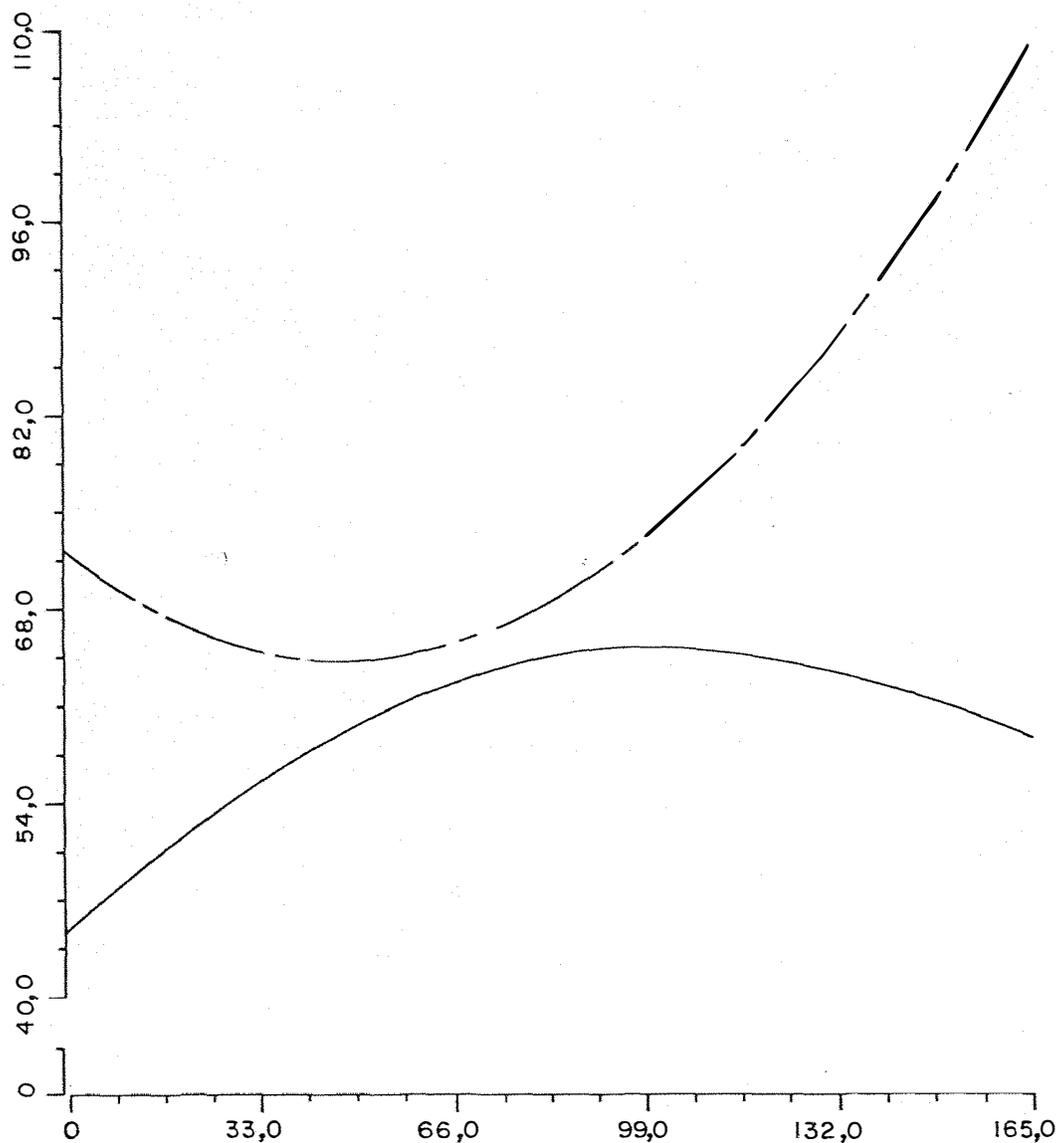
Tratamento	concentração mínima de manganês	
	P aplicado mg/vaso	Mn (ppm)
N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>		
caules	48,83	64
folhas	53,76	68
N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>		
folhas	71,34	61

As concentrações de manganês nos caules, em função do fósforo aplicado no substrato e submetido ao tratamento N<sub>200</sub> K<sub>0</sub>, obedeceu a uma função de 3º grau, crescente no intervalo de 43,50 (mínimo) e 119,55 (máximo) miligramas de fósforo/vaso com teor de manganês estimado em 95 ppm e 103 ppm, respectivamente.

Para os caules e folhas, as concentrações de manganês, em função das aplicações de fósforo no solo, foram representadas por funções do 2º grau na presença de 100 miligramas de nitrogênio/vaso e ausência de potássio. Os parâmetros calculados foram (Tabela 48).

Tabela 48. Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos de manganês para os tratamentos

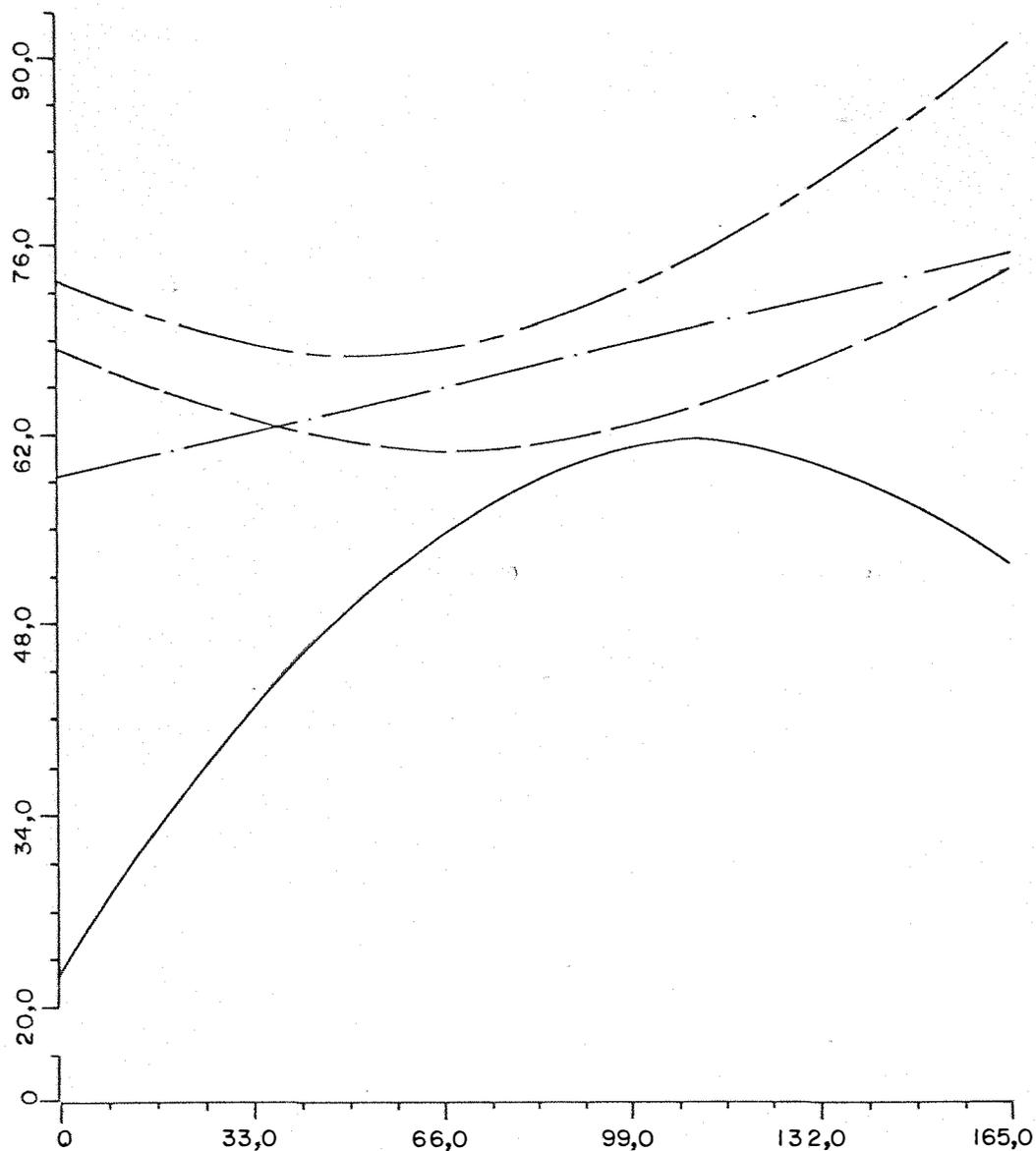
Tratamento	concentração máxima de manganês	
	P aplicado mg/vaso	Mn (ppm)
N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>		
caules	100,01	65
folhas	110,25	61



— N<sub>100</sub> K<sub>0</sub>  $Y = 44,95535714 X_0 + 0,40917208 X_1 - 0,00204562 X_2$   $R_2 = 63,26$

- - - N<sub>200</sub> K<sub>125</sub>  $Y = 72,15178571 X_0 - 0,31988636 X_1 + 0,00327545 X_2$   $R_2 = 92,71$

Gráfico 21. Curvas de regressão dos teores de Manganês (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



—	N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	$Y=22,72321429 X_0 + 0,70240801 X_1 - 0,00318526 X_2$	R <sub>2</sub> =85,64
— · —	N <sub>200</sub> K <sub>0</sub>	$Y=58,80952381 X_0 + 0,09978355 X_1$	R <sub>2</sub> =62,46
—	N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	$Y=68,44642857 X_0 - 0,21174242 X_1 + 0,00148400 X_2$	R <sub>2</sub> =61,52
— · —	N <sub>200</sub> K <sub>125</sub>	$Y=73,06250000 X_0 - 0,19970238 X_1 + 0,00185704 X_2$	R <sub>2</sub> =64,23

Gráfico 22. Curvas de regressão dos teores de Manganês (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jaçc) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

Para os tratamentos  $N_{200} K_0$ , a concentração de manganês foi representada por uma função linear e crescente.

GALLO *et alii* (1974) observaram em levantamentos feitos em diversas regiões do Estado de São Paulo, média de 90 ppm de manganês na parte aérea ao capim colonião.

#### 4.2.2.5. Zinco

Nas Tabelas 5, 6, 9 e 10 são apresentadas as concentrações de zinco na matéria seca dos caules e folhas, em função das doses dos elementos aplicados no solo, e as análises estatísticas correspondentes.

As Tabelas 49 e 50 mostram que houve aumento na concentração de zinco, nos caules e folhas, pela aplicação de potássio no substrato (125 miligramas/vaso). O mesmo ocorreu nas folhas pela adição de 200 miligramas de nitrogênio ao solo (Tabela 51).

Houve efeito positivo no teor de zinco dos caules pela aplicação de 200 miligramas de nitrogênio nas presenças de 66, 99 e 165 miligramas de fósforo no solo (Tabela 50). A Tabela 52 mostra o efeito isolado do fósforo aplicado na concentração de zinco das folhas.

MALAVOLTA e LOPES GOROSTIAGA (1974), numa série de experimentos, relataram que a presença de fosfato causa inibição não competitiva na absorção de zinco.

WALLACE (1974) sugeriu que o fósforo interfere negativamente na absorção do zinco.

Tabela 49. Concentração de zinco em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso

K	
0	18
125	20
DMS Tukey 5%	1

Tabela 50. Concentração de zinco em ppm na matéria seca dos caules de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio e potássio, em mg/vaso

P	N	
	100	200
0	21	20
33	18	19
66	16	19
99	16	23
132	21	22
165	15	23
DMS Tukey 5%	P D N = 5 N D P = 3	

Tabela 51. Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de nitrogênio em mg/vaso

N	
100	24
200	28
DMS Tukey 5%	1

Tabela 52. Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo, em mg/vaso

P	
0	25
33	27
66	22
99	25
132	29
165	25
DMS Tukey 5%	4

Tabela 53. Concentração de zinco em ppm na matéria seca das folhas de *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de potássio, em mg/vaso

K	
0	25
125	26
DMS Tukey 5%	1

Os Gráficos 23 e 24 ilustram as regressões obtidas para a concentração de zinco nos caules e folhas em função das doses de fósforo nos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio.

Para os caules e folhas, as concentrações de zinco em função das aplicações de fósforo no solo, foram representadas por funções do 3º grau na presença de 100 miligramas de nitrogênio/vaso. As curvas mostram um efeito positivo do fósforo aplicados nos seguintes intervalos (Tabela 54).

Tabela 54. Doses de fósforo correspondentes aos teores máximos e mínimos de zinco para os tratamentos

Tratamento	concentração de zinco			
	Mínima		Máxima	
	P mg/vaso	Zn(ppm)	P mg/vaso	Zn(ppm)
Caule				
N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	53,92	15	132,81	18
N <sub>100</sub> K <sub>125</sub>	49,78	17	123,94	20
Folhas				
N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	44,89	20	133,21	26

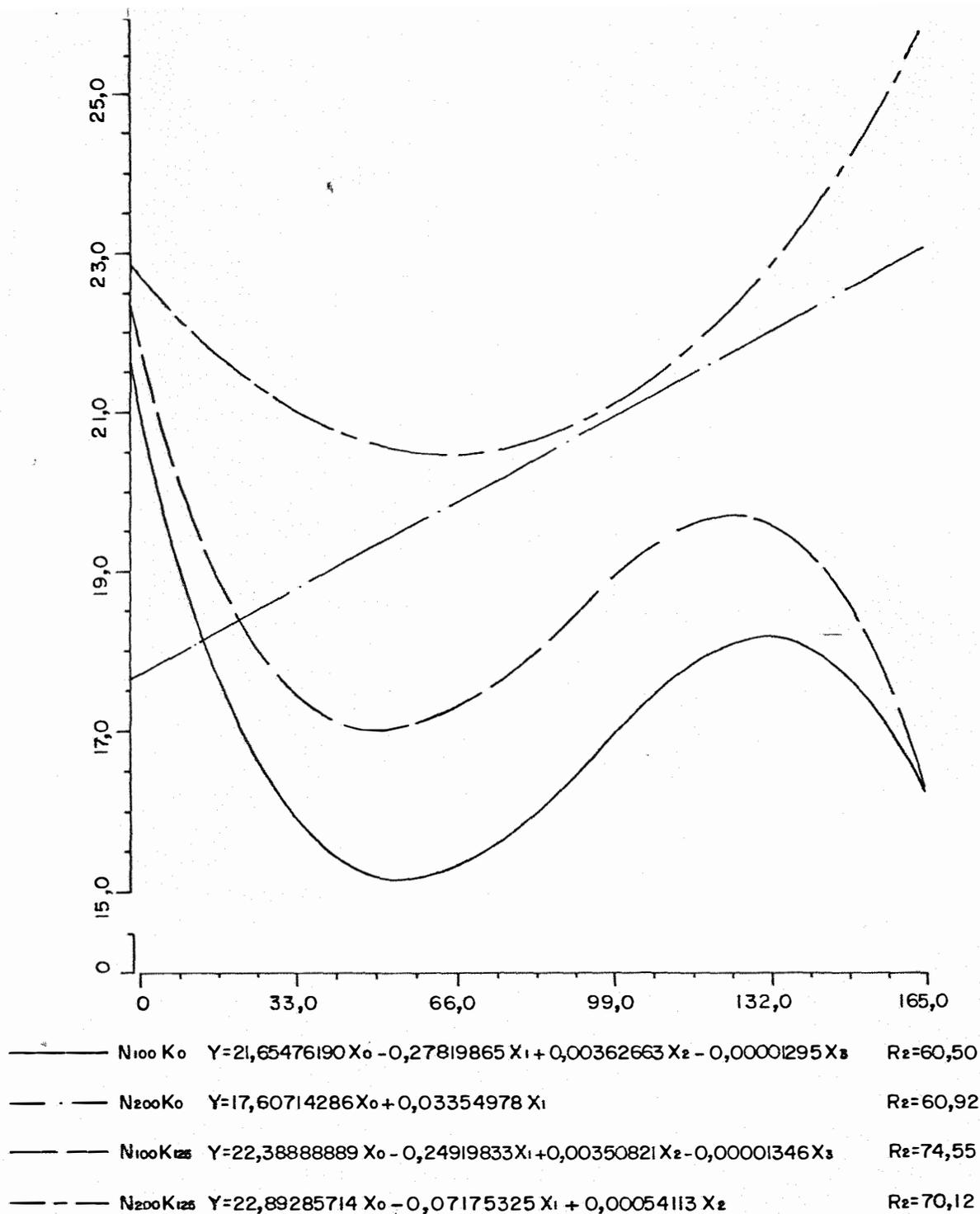
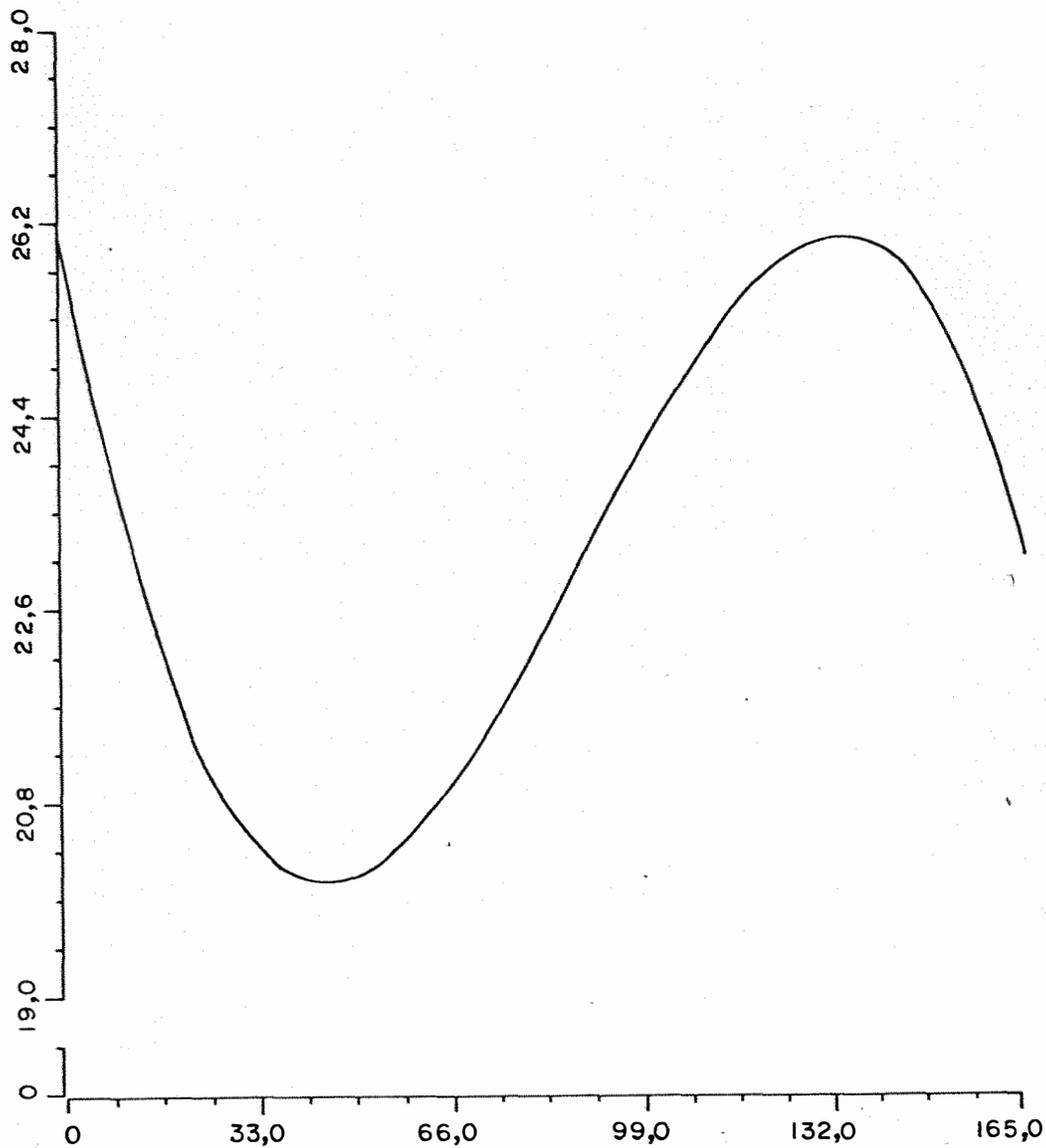


Gráfico 23. Curvas de regressão dos teores de Zinco (y) nos caules do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio



— N100 K0  $Y=26,31746032 X_0 - 0,31431377 X_1 + 0,00468064 X_2 - 0,00001752 X_3$   $R^2=79,3$

Gráfico 24. Curvas de regressão dos teores de Zinco (y) nas folhas do capim *Panicum maximum* (Jacq) cv. 'Makueni', em função das doses de fósforo aplicadas no solo (x) na presença dos diversos tratamentos com nitrogênio e potássio

Para o tratamento  $N_{200} K_0$  nos caules o teor de zinco foi representado por uma função linear crescente.

A concentração de zinco nos caules em função do fósforo aplicado na presença de  $N_{200} K_{125}$ , foi mostrada por uma equação do 2º grau com um ponto de mínima estimada (20 ppm) obtida com uma dose calculada de fósforo equivalente a 66,30 miligramas/vaso.

O efeito "antagônico" do fósforo e zinco, podem se processar no solo ou na planta. Com o objetivo de esclarecer, BINGHAN (1963), mostrou que de 1 a 100 ppm de fósforo não afetou a concentração de zinco nas plantas de milho.

GALLO *et alii* (1974) determinou teor médio de 20 ppm de zinco no capim colômbio.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. Produção de Matéria Seca

As produções de matéria seca dos caules e folhas foram afetadas pela aplicação de nitrogênio sendo que a dose 200 miligramas/vaso provocou uma acumulação de 4,431 e 5,808 gramas/vaso, respectivamente.

As acumulações de matéria seca dos caules e folhas aumentaram linearmente com a aplicação de até 165 miligramas de fósforo/vaso, sem adição de potássio, para os caules e em todos os tratamentos para as folhas.

A produção de matéria seca pelos caules, na presença de potássio, foi máxima para as dosagens calculadas de 104,08 e 107,12 miligramas de fósforo/vaso com produções correspondentes de 5,54 e 4,74 gramas/vaso.

## 5.2. Concentração de nutrientes

- As concentrações de macro e micronutrientes foram afetadas pela aplicação do nitrogênio, fósforo e potássio no substrato, agindo de maneira geral através de interações;

- a aplicação de nitrogênio, provocou elevação nas concentrações de nitrogênio, magnésio, enxofre, boro, manganês e zinco dos tecidos, efeitos esses controlados pelo fósforo e potássio fornecidos;

- a aplicação de fósforo aumentou as concentrações de fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos tecidos, com dependência das aplicações de nitrogênio e potássio;

- o fornecimento de potássio elevou as concentrações de potássio, enxofre, boro, cobre e zinco dos tecidos e diminuiu a concentração de fósforo. Os fenômenos sofreram interações com o fornecimento de fósforo e nitrogênio;

- os demais efeitos registrados foram inconsistentes, aumentando e diminuindo as concentrações dos elementos, de forma não conclusiva.

## LITERATURA CITADA

ARON, I., 1975. Mineral Nutrition of Maize. INTERN. Potash Institute. Bern. 452 p.

BENNETT, W.F.; J. PESEK, e J. HANWAY, 1962. Effect of nitrogen on phosphorus absorption by corn. Agron. J. 5:437-442.

BIGHAM, F.T.; J.P.MARTIN e J.A. CHASTAIN, 1958. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element of citrus. Soil Sci. 86(1):24-31.

BOTNER, C., 1935. Manganese toxicity in tobacco. Soil Sci. 39:15-33.

BURKERSRODA, K.W. van., 1965. Fertilizing maize in Rhodesia. Beet. Crop. 49(4):6-13.

CARO-COSTA, R.; J.V.CHANDLER e J.FIGARELA, 1960. The yields and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico as affected by nitrogen fertilization, season and harvest procedure. J.Agric.Univ.Puerto Rico, Porto Rico, 44:107-120.

CLATWORTHY, J.N., 1967. The response of giant Rhodes Grass (*Chloris gayna* Kenth), to heavy dressing of nitrogenous fertilizer. Herb Abstrx., London, 37: Abstr. 1713.

COLE, C.V.; D.L. GRUNES e S.R.OLSEN, 1963. The effects of nitrogen on short-tern phosphorus absorption and translocation in corn (*Zea mays*). Soil Sci.Soc.Am.Proc., 27:671-674.

CORSI, M.; V.P.FARIA e A.M.PEIXOTO, 1974. Comportamento do capim napier sob pastejo rotativo. Anais da XI Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 231 p.

CUMBUS, I.P.; D.J. HORNSEY e ROBINSON, 1977. The influence of phosphorus, zinc and magnese on absorption and translocation of iron in watercress. Plant and Soil. 48:651-660.

DECHEVA, R.; G.ZOLOTOVICH e D.KOSSEVA, 1970. Effect of mineral elements on nitrogen, phosphorus, potassium, amino and sugar content in (*Rosa damascena*, Mill). C.R.Acad. Sci. Agri. Bulg. 2: 57-63. Horticultural Abstrat., 40:841.

- DeCKOCK, P.C., 1960. A relation between the ratio of phosphorus to iron and potassium to calcium in mustard leaves. Plant and Soil, 12(2):128-142.
- DIJKSHOORN, W.; J.S.A.SUJINO, e M. ISMUDADJI, 1974. Potassium uptake by rice plants and interaction with other cation. Plant and Soil, 40:525-534.
- EPPENDORFER, W.H. e S.W.BILLE, 1974. Amino acid composition as a function on two soils with P and K additions. Plant and Soil, 41:33-39.
- GALLO, J.R.; R.HIROCE; O.C.BATAGLIA; P.R.FURLANI; A.M.C.FURLANI; H.B. MATTOS; H.J.SARTINI e M.P.FONSECA, 1974. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. Bol.Ind.Anim., São Paulo, 31:115-137.
- GOMIDE, J.A., 1975. Adubação de Pastagens. Anais do IIIº Simpósio sobre o Manejo de Pastagens. Fundação Cargil, Piracicaba, São Paulo. Brasil, 73-97.
- GRUNES, D.L.; P.R.STOUT e J.R.BROWNELL, 1970. Grass tetany of ruminants. Adv. Agron., 22:331-374.
- HADAS, A. e J.HAGIN, 1972. Boron adsorption by soils as influenced by potassium. Soil Sci., 113(3):189-193.

HEINTZE, J.G., 1968. Manganese phosphate reactions in aqueous systems and the effects of application of monocalcium phosphate on the availability of manganese to oats in alkaline soil. Plant Soil, 24:407-423.

JONES, W.S., 1966. Nitrogen. In: CHAPMAN, H.D. Ed. Diagnostic Criteria for Plants and Soil. Berkeley, University of California, 310-323 p.

LEGGETT, J.E. e W.A.GILBERT, 1969. Magnesium uptake by soybeans. Plant Physiology, Lancaster, 44:1182-1186.

LIMA, F.P.; D.MARTINELLI; H.J.SARTINI; M.F.PARES JR. e P.BIONDI, 1969. Pestejo competitivo entre quatro gramíneas tropicais em Latossolo Roxo, na engorda de bovinos da raça nelore. Bol. da Ind.Anim., 26: 189-197.

LOURENÇO, S.; O.J.CROCOMO; I.R.NOUEIRA e E.MALAVOLTA, 1968. Kinetic studies of phosphorus uptake by excised roots of barley in the presence of magnesium. An.Acad.Bras.Cienc. 40(2):171-179.

MALAVOLTA, E. e L.O.GOROSTIAGA, 1974. Studies on the zinc phosphate relationships in plant. In: Proc. VII International Colloquium on Plant Analysis and Fertilizer Problems, Hannover, 261-272 p.

MALAVOLTA, E.; H.P.HAAG, F.A.F. MELLO e M.O.C.BRASIL SOBRINHO, 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. Livr. Pioneira

Editora, São Paulo. 727 pp.

MALAVOLTA, E., 1978. Nutrição Mineral e Adubação da Soja. Ultrafertil. Dep.Serv.Téc.Agronm., 5º Trabalho da Série, 40 p.

MATTOS; H.B., 1972. Efeitos da aplicação do calcário nos micronutrientes sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química de *Phaseolus atropurpureum* D.C. cv. Siratro. Piracicaba, ESALQ/USP. 117 p. (Tese de Doutorado).

McCLUNG, A.C. e L.R.QUINN, 1959. Respostas de gramas batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. São Paulo IBEC, Res.Inst. (Bol. nº 18).

MAYNARD, D.N.; A.V.BARKER e W.H.LACHMAN, 1968. Influence of potassium on the utilization of amonium by tomato plants. Am.Soc.Hort. Sci. Proc. 92:543-552.

MIRANDA, M., 1979. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e da adubação do Siratro (*Macroptilium atropurpureum* D.C. cv. Siratro), Galactia (*Galactia striata* (Jacqu) URB.) e Soja Perene Comum (*Glycine wightii*, WILLD.) em dois solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 132 p. (Tese de Mestrado).

OERTLI, J.J., 1961. The effect of potassium and calcium (and other ions of earth alkali) on boron nutrition of plants. Z.Pflanz. Dung. Boden, 94:1-5.

OLSEN, S.R.; R.A.BONMAN e F.S. WATANABE, 1977. Behavior of phosphorus in the soil and interaction with other nutrients. Phosphorus in Agriculture, 70:31-46.

PEDREIRA, J.V.S. e J.J.N.SILVEIRA, 1972. Variação da composição bromatológica do capim Colonião (*Panicum maximum*, Jacq.). Bol. Ind. Anim. São Paulo, 29:185-190.

PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental, 5.ed.São Paulo, Nobel. 530 p.

QUELLETTE, G.J., 1963. The potassium-boron relation in the cultivation of lucerne. Canad.J.Soil.Sci., 43:59-64.

AUINN, L.R.; G.O.MOTT e W.V.A.BISSCHOFF, 1961. Fertilização de pastos de capim Colonião e produção de carne com novilhos zebū. São Paulo. IBEC. Res. Inst. (Bol. nº 24).

REEVE, E. e J.W.SHIVE, 1944. Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. Soil Sci., 57:1-13.

- RUSCHEL, A.P.; D.P.P.S. BRITO e L.F.CARVALHO, 1969. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* L.) Merrill. Pesq.Agro.pec.Bras., Rio de Janeiro, GB, 4:29-37.
- SANTIAGO, F.J., 1979. Proteína bruta e digestibilidade *in vitro* do feno do capim Rhodes (*Cloris gayana*, Kunth), afetadas pelo tipo e tempo de armazenamento sob duas formas de enfardamento. (Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 105 p.
- SARRUGE, J.R., 1968. Estudos sobre as relações cálcio/boro e potássio/boro no cafeeiro. Piracicaba, ESALQ/USP, 78 p. (Tese de Doutorado).
- SARRUGE, J.R. e H.P.HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 56 p.
- SHEAR, C.B. e H.L.BORROWS, 1972. Evaluating the magnesium status of plants from tissue analysis. In: JONES, J.B.; M.C.BLOUNT e WILKINSON. Magnesium in the environment: soils, crops, animals and man. 380 p.
- SINHA, H., 1961. Effects of potassium-boron interaction upon growth and composition of soybean and vegetable crops. Dissertation Abstracts, Ann Arbor, 22:1343-1344. Apud Soils and Fertilizer, Farnham Royal, 25:226. 1962.

- STEWART, F.B. e M.REED, 1969. The effect of fertilization on yield growth and mineral composition of southern peas. Journal of the American Society for Horticultural Science, St. Joseph, 94:258-260.
- VICENT-CHANDLER, J., 1973. Intensive grassland management in Porto Rico. 1º Congresso Brasileiro de Forrageira, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Brasil, 10p.
- VIETS, F.G., 1964. Calcium and other polyvalent cations as accelerators of ion accumulation by excise barley roots. Plant Physiol. 19:466-480.
- WALLACE, A., 1974. Movement of micronutrients to plant roots, their uptake and translocation. In: Isotope-aided micronutrient studies in rice production with special reference to zinc deficiency, FAO/IAEA, Vienna, 115-139 p.
- WERNER, J.C.; J.L.QUAGLIATO e D.MARTINELLI, 1967a. Ensaio de fertilização de Colônia com solo da noroeste. Bol.Ind.Anim., São Paulo, 24:159-169.