

EFEITOS DA INTERAÇÃO FÓSFORO-ZINCO NA PRODUÇÃO
E NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO GRANÍFERO
[*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]

ANTONIO LUIZ FANCELLI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. EUJANDIR W. L. ORSI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: FITOTECNIA.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1986

Aos meus pais

Rubens e

Durvalina (in memoriam)

Exemplos de dedicação e dignidade,

MINHA GRATIDÃO E HOMENAGEM

À minha esposa Valéria

e à minha filha Adeline,

fontes de profundo amor,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Eujandir Wilson de Lima Orsi, pela orientação e pelo inestimável incentivo.
- Ao Prof. Dr. Francisco Ferraz de Toledo, pela confiança em mim depositada.
- Ao Prof. Dr. Oswaldo Pereira Godoy, pela constante colaboração.
- Ao Prof. Dr. Júlio Marcos Filho, pelas valiosas sugestões e críticas.
- Ao Prof. Dr. Décio Barbin, pelo relevante auxílio no campo estatístico.
- Ao Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves, pela elaboração do Summary.
- Ao Centro de Informática na Agricultura, pela realização das análises estatísticas.

INDICE

	<u>página</u>
RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Fósforo e Zinco: efeitos no solo e na planta	3
2.2. Fósforo e zinco: efeitos no desenvolvimento vegetativo e na produção	9
2.3. Fósforo e zinco: efeitos na qualidade das se mentes	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Área experimental	23
3.2. Cultivar utilizado	24
3.3. Experimento de campo	25
3.4. Testes de laboratório	29
3.4.1. Teste de germinação	30
3.4.2. Testes de vigor	30
3.4.3. Peso de mil sementes	32
3.5. Análises estatísticas	32

	<u>página</u>
4. RESULTADOS	35
4.1. Avaliações de campo	35
4.1.1. População final de plantas	35
4.1.2. Florescimento	38
4.1.3. Altura de plantas	41
4.1.4. Produção de panículas	42
4.1.5. Produção de grãos	45
4.2. Avaliações de laboratório	48
4.2.1. Peso de mil sementes	48
4.2.2. Teste de germinação	53
4.2.3. Velocidade de germinação	57
4.2.4. Teste do cloreto de amônio	60
5. DISCUSSÃO	67
5.1. População final de plantas	67
5.2. Altura de plantas e florescimento	69
5.3. Produção de panículas e de grãos	72
5.4. Qualidade de sementes	73
6. CONCLUSÕES	78
7. LITERATURA CITADA	80
ANEXOS	91

EFEITOS DA INTERAÇÃO FÓSFORO-ZINCO NA PRODUÇÃO
E NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO GRANÍFERO
[*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]

Autor: Antonio Luiz Fancelli

Orientador : Dr. Eujandir W.L. Orsi

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos da adubaçã_o de fósforo e de zinco, em diferentes níveis, de forma isolada e interativa, na produção e qualidade fisiológica de sementes de sorgo granífero, foi instalado um ensaio de campo em solo Regossol, sêrie Sertãozinho em área pertencente à ESALQ/USP, Piracicaba - (SP). O delineamento experimental adotado foi o de um fatorial 4 x 4 em blocos casualizados, apresentando 4 repetições. Os tratamentos empregados estavam relacionados com a aplicação de 4 níveis de fósforo, correspondentes a 0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅/ha, na forma de superfosfato simples e 4 níveis de zinco, correspondentes a 0; 2,1; 4,2 e 6,3 kg de Zn/ha na forma de sulfato de zinco. As parcelas empregadas estiveram compostas por 4 linhas de 6 m de comprimento, sendo cada uma delas espaçadas de 0,70 m

m entre si. Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foram utilizados os "teste padrão de germinação", a "velocidade de germinação" e o "teste de cloreto de amônio", além da determinação do peso de mil sementes.

Assim, para as condições edafoclimáticas do experimento, os resultados obtidos e analisados, dentro do intervalo de estudo, possibilitaram concluir que:

a. O uso de doses crescentes de fósforo proporcionou um incremento linear na população de plantas de sorgo;

b. Com a adição de zinco, doses crescentes de fósforo reduziram o período para o florescimento da cultura;

c. A produção de panículas e de grãos foi determinada pela disponibilidade crescente de fósforo, contudo, a adição de zinco proporcionou um aumento na produtividade;

d. Independentemente, doses crescentes de fósforo e de zinco promoveram um incremento linear no peso de mil sementes; todavia, maior incremento foi obtido com a adição de fósforo;

e. Para melhor qualidade fisiológica de sementes de sorgo, a adição de fósforo e zinco no solo deve ser efetuada em proporções específicas e equilibradas.

EFFECTS OF PHOSPHORUS AND ZINC INTERACTIONS
ON SEED PRODUCTION AND QUALITY OF GRAIN
SORGHUM [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

Author: Antonio Luiz Fancelli

Adviser: Dr. Eujandir W.L. Orsi

SUMMARY

The aim of this paper was to evaluate the effects of zinc and phosphorus fertilizations at different levels and their interactions on seed production and physiological quality of grain sorghum. The field trial was carried out on a Regossol serie Sertãozinho on the campus of ESALQ/USP, Piracicaba (SP). The statistical design used was a factorial 4 x 4 with randomized blocks and four replicates. The treatments were made with the following levels of fertilizers: 0; 40; 80 and 120 kg of P_2O_5 /ha in the form of simple superphosphate and 0; 2.1; 4.2 and 6.3 of Zn/ha in the form of zinc sulphate. The plots consisted of four rows of 6 m length with a spacing of 0.7 m between rows.

Tests were carried out for standard seed

germination, germination rate and ammonium chloride to evaluate the seed physiological quality.

Considering the edapho-climatic conditions where the trial was carried out and the analyses of the results during this period, it was possible to draw the following conclusions:

- a. The use of increasing doses of phosphorus provided a linear increment of the sorghum stand;
- b. With the addition of zinc, increasing doses of phosphorus reduced the period for crop flowering;
- c. The panicle and grain production were determined by the increasing availability of phosphorus, however, with the addition of zinc an increasing in field was obtained;
- d. Phosphorus and zinc promoted a linear increase in weight of one thousand seeds; however the largest increase was obtained with the addition of phosphorus;
- e. For a better physiological quality of grain sorghum seeds, the addition of phosphorus and zinc to the soil should be carried out in equal and specific proportions.

1. INTRODUÇÃO

O Sorgo, atualmente, se constitui um dos principais cereais cultivados e consumidos em todo o mundo. No Brasil, sua cultura apresenta amplas perspectivas de expansão, principalmente devido à crescente demanda de grãos de alto valor energético por parte das indústrias de ração animal

Ainda, o sorgo constitui-se uma das melhores opções para o aproveitamento de zonas marginais ou inaptas para a cultura do milho, dada a sua elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafo-climáticas, especialmente àquelas concernentes à baixa precipitação pluvial e moderada fertilidade do solo.

Todavia, para a plena expansão da cultura do sorgo no Brasil, é necessário que a oferta de sementes em quanti

dade e qualidade satisfatórias não se constitui o fator limitante do processo, e que a utilização das áreas destinadas ao seu cultivo sejam eficientemente adubadas.

Sabe-se que grande parte das áreas que podem ser aproveitadas com essa cultura, apresentam limitações para a sua efetiva ocupação, principalmente do ponto de vista de fertilidade, devido a deficiências generalizadas de fósforo e zinco.

Assim, torna-se necessário o emprego racional de fertilizantes à base de fósforo e zinco, visando ao pleno estabelecimento da cultura e conseqüente produção de grãos ou sementes de alta qualidade, visto que o fósforo e o zinco constituem-se elementos fundamentais de inúmeras reações metabólicas essenciais à vida vegetal.

O presente trabalho, portanto, objetiva avaliar os efeitos da adubação de fósforo e de zinco, em diferentes níveis, de forma isolada e interativa, na produção e qualidade fisiológica de sementes de sorgo granífero, mediante a realização de experimentos de campo e de laboratório.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fósforo e zinco: efeitos no solo e na planta

O desenvolvimento de uma cultura é função de inúmeros fatores, dentre os quais a disponibilidade de nutrientes em quantidades suficientes e satisfatórias, assume caráter relevante no complexo processo produtivo.

No Brasil, e em outras regiões tropicais e subtropicais, o fósforo (P) constitui-se o elemento cuja carência no solo mais freqüentemente limita a produção das culturas anuais. Segundo MALAVOLTA (1980), em 90% das análises de terras efetuadas no País, são comumente detectados teores inferiores a 10 ppm, considerados baixos para o nutriente em questão.

Os teores de fósforo no solo, de um modo ge-

ral, segundo MALAVOLTA (1976), quando superiores a 10 ppm em solos argilosos e 20 ppm em solos arenosos, indicam mínima resposta à adubação fosfatada. Além disso, raramente quantidades superiores a 20% do fósforo aplicado permanecem prontamente disponíveis à assimilação pelos vegetais, devido ao fenômeno da "fixação".

O fósforo, além de suas funções estruturais, desempenha papel fundamental no processo de armazenamento e fornecimento de energia, bem como estimula o desenvolvimento radicular e auxilia no estabelecimento da cultura no campo. Ainda, devido à participação do P na síntese de proteínas, sua deficiência reflete no crescimento da planta, bem como na formação e maturação das sementes (ARNON, 1975 e MALAVOLTA, 1980).

Dentre os micronutrientes, MALAVOLTA (1976) aponta como deficiências comumente constatadas em nosso meio, aquelas relacionadas ao zinco (Zn) e ao Boro (B), pois além de a disponibilidade desses nutrientes ser naturalmente baixa, a mesma pode ser influenciada por fatores climáticos, e pelo uso intensivo e manejo inadequado do solo.

O zinco, conforme relatado por MALAVOLTA (1980), é essencial à síntese do triptofano, o precursor do ácido Indol acético (AIA), relacionado diretamente com o

crescimento e alongamento celular. Em plantas carentes de Zn, evidencia-se acentuada redução no nível de RNA, do que resulta conseqüente diminuição na síntese de proteína.

Ainda, o referido micronutriente encontra-se relacionado a complexos mecanismos de regulação enzimática, bem como ao processo respiratório, sendo que grande incremento de aminoácidos livres é notado com a deficiência de tal elemento (NIJHOFF e JUNK, 1985).

No entanto, além da disponibilidade em quantidades adequadas, o desempenho de suas funções, lembra PRIMAVESI (1980), também se fundamenta na necessidade de ocorrência de nutrientes em proporções específicas e equilibradas. LIEBIG, através de sua "lei do mínimo", já em 1885 ressaltava tal fato, onde a deficiência de um determinado elemento influenciava a atuação dos demais, promovendo substancial redução na produção.

Tais relações e sua importância são relatadas na literatura (MALAVOLTA, 1980; PRIMAVESI, 1980; FASSBENDER, 1984 e MORTVEDT, 1972), dentre as quais a interação P-Zn constitui-se o exemplo clássico da interferência de um elemento sobre outro. Assim, elevadas concentrações de P no meio propiciam a diminuição da absorção de Zn, fenômeno este comumente conhecido como "deficiência de Zn induzida pelo

fósforo"

Para OLSEN (1972), tal problema pode ser prevenido ou corrigido pela fertilização de Zn, empregando-se fontes desse nutriente até taxas de 3 a 5 ppm do solo, por ocasião da semeadura. Contudo, ressalta LINDSAY (1965) que o planejamento inadequado de programas de adubação, bem como o uso excessivo e indiscriminado de fertilizantes fosfatados poderão anular tal efeito.

Altas concentrações de K no solo também parece ter influência decisiva na relação P-Zn. Segundo WARD *et alii* (1963), elevadas porcentagens de saturação de K no solo, aliadas a reduzidos níveis de aplicação de P, promovem a redução da utilização do Zn pela cultura do milho. Ainda, os mesmos autores constataram que solos compactados, encharcados, com elevada porcentagem de argila e baixo conteúdo de matéria orgânica também podem propiciar um decréscimo na disponibilidade de tão importante micronutriente.

No início das pesquisas, suspeitava-se que a causa dos efeitos da interação P-Zn fosse a formação de $Zn_3(PO_4)_2$ insolúvel, que promovia a redução da concentração de Zn, no solo ou em solução, a níveis deficientes.

Jurinak e Inoue segundo OLSEN (1972), evidenciaram, através de investigações efetuadas entre diferentes

fontes de Zn, que a precipitação de Zn devido a altas concentrações de P, na forma de $Zn_3(PO_4)_2$, não pode ser considerada como importante fator envolvido na deficiência de Zn induzida pelo P. Todavia, VILLACHICA (1973) cita trabalhos anteriores em que estudou a interação Cal-P em pastagens de capim pangola e obteve, dentre outros resultados, o aumento da concentração de Zn nas folhas da gramínea em estudo. Tal efeito, segundo o mesmo autor, pode ser atribuído a um incremento na translocação do P da raiz à parte aérea, reduzindo portanto, o fenômeno da precipitação do zinco ao nível de raízes.

Atualmente, a causa do fenômeno em questão é mais atribuída a uma interferência do P na absorção, translocação e utilização do Zn pela planta. BOAWN e LEGGETT (1984), mediante análises de tecidos provenientes de secções de hastes de batata (*Solanum tuberosum* L.), concluíram que a ausência da adubação fosfatada promoveu um incremento na concentração de Zn nas estruturas vegetais avaliadas, de 10 para 70 ppm, em função da aplicação das doses crescentes deste nutriente (0:1,2; 2,24; 4,48; 17 e 92 kg/ha). Com o emprego do P, os efeitos da aplicação de Zn foram menos evidentes, proporcionando um menor incremento na concentração deste, ou seja, de 8 a 14 ppm. Para LANGING *et alii* (1962), o efeito prejudicial do Zn pode ser considerado de natureza fisiológico

ca, provavelmente relacionado ao processo de absorção pelas células das raízes das plantas e não devido à simples precipitação externa de fosfato de Zinco.

Stuckenholtz *et alii*, citados por OLSEN (1972), observaram que a concentração e absorção de Zn pelas raízes de milho doce aumentaram com a aplicação de P, contudo, a concentração nas folhas, nós e entrenós diminuiu, sugerindo a possibilidade do P e Zn serem antogônicos dentro das raízes. Fato semelhante foi constatado por COUTINHO *et alii* (1984), em sorgo sacarino, onde quantidades crescentes de fertilizantes fosfatados até níveis correspondentes a 400 kg/ha de P_2O_5 , promoveram a redução nas concentrações de Zn nas folhas da cultura estudada.

Em trabalhos objetivando a avaliação de algumas relações existentes entre o emprego da calagem e a fertilização com macro e micronutrientes na cultura do sorgo, VILLACHICA (1973) concluiu, com relação ao zinco, que a absorção do referido elemento foi incrementada pela aplicação de quantidades crescentes de sulfato de zinco. Ainda, os resultados obtidos evidenciaram nítida tendência para a redução da concentração de Zn, foliar em função do emprego de doses elevadas de P.

Tais problemas relativos a baixos níveis de

Zn poderão se avultar sobremaneira, caso não recebam a atenção necessária, principalmente se for considerada a capacidade diferencial inerente a cada espécie para a absorção desse micronutriente. Sob este aspecto, LUCAS e KNEZER (1972) classificaram como culturas pouco eficientes na absorção do Zn, dentre outras, o sorgo, o milho, o arroz e a cana-de-açúcar; TUCKER e BENNETT (1968) afirmaram ser o milho muito mais sensível aos efeitos da deficiência do referido micronutriente quando comparado ao sorgo.

Os sintomas típicos da carência do zinco, segundo MALAVOLTA (1980), são caracterizados pelo encurtamento dos internódios e pela produção de folhas novas, pequenas e lanceoladas. Em decorrência do nível de deficiência, também poderão ser evidenciadas tonalidades roxas no caule e nas folhas.

2.2. Fósforo e zinco: efeitos no desenvolvimento vegetativo e na produção

Além das implicações nutricionais inerentes à interação P-Zn, inúmeros trabalhos na literatura demonstram a importância e a influência desses nutrientes no crescimento vegetativo, bem como nos diversos componentes da produção.

Em experimento tipo aditivo, OLIVEIRA *et alii* (1980) testaram os nutrientes essenciais, em doses consideradas suficientes para a cultura do feijão, segundo recomendações emitidas por inúmeros pesquisadores, concluindo que o fósforo foi o elemento que mais influenciou a produção da referida leguminosa nas condições do experimento.

CÍCERO (1979), trabalhando com diversos cultivos de milho em dois níveis de fertilidade de um Latossolo Roxo, adubado e não adubado, obteve maior produção, sanidade e menor número de plantas acamadas no nível de fertilidade mais elevado, representado principalmente por um teor elevado de P (31,33 ppm). Da mesma forma, ANDREOLI (1979) obteve aumentos significativos na produção de milho doce, cv Tropical, mediante a aplicação de fósforo até dose corresponde a 400 kg de P_2O_5 /ha.

Ainda, os efeitos da adubação fosfatada na produção de sementes de amendoim, foram estudados por NAKAGAWA (1973), cujos resultados obtidos indicaram que dosagens de 40 e 80 kg de P_2O_5 /ha proporcionaram aumentos significativos na produção de vagens e sementes, embora quantidades mais elevadas tenham ocasionado ligeira redução na produção dessa cultura.

Segundo ROVIRA *et alii* (1972), aumentos signi

ficativos na produção são proporcionados pela presença do fósforo em combinação adequada com o nitrogênio, visto que isoladamente pouco ou nenhum efeito é constatado no rendimento da cultura.

Interação positiva entre o nitrogênio e o fósforo na produção de grãos de sorgo, cv McNair 654, também foi constatada por AZEVEDO *et alii* (1975) na região de Viçosa. Concluíram os autores que a adubação fosfatada afetou significativamente a produção de grãos em todas as épocas estudadas, o mesmo ocorrendo com a adubação nitrogenada, sendo que a combinação desses elementos propiciou os melhores resultados.

ANDREOLI e FONTES (1980), objetivando avaliar a influência de N e P na produção de sementes de milho doce, em um solo de cerrado, empregaram quatro níveis de N, em quantidades correspondentes a 50, 100, 150 e 200 kg/ha e três níveis de P, correspondente a 100, 200 e 400 kg de P_2O_5 /ha. Pelos resultados obtidos, evidenciaram-se aumentos significativos na produção de espigas e sementes, com a aplicação de P_2O_5 até 400 kg/ha, o mesmo ocorrendo para o emprego de N, em dosagens até 100 kg do nutriente/ha.

Com relação aos efeitos do Zn empregado nos programas de adubação, SOUZA *et alii* (1980), trabalhando com

milho em um Latossolo Vermelho Escuro, álico, de textura argilo-arenosa, avaliaram a interação P-Zn em alguns parâmetros concernentes ao desenvolvimento e produção dessa gramínea. Pelos resultados obtidos, concluíram que a adubação fosfatada aumentou os pesos de grãos, de sabugo, de espiga e os tamanhos de grãos em função de peneiras, não se constatando, contudo, efeitos significativos da aplicação de Zn nos parâmetros avaliados. Todavia, a interação P-Zn, foi significativa, sendo que todos os níveis de P_2O_5 , empregados (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha) na presença de Zn, proporcionaram um incremento no comprimento do sabugo.

VAHL *et alii* (1978), mediante a realização de dois experimentos fatoriais 3^3 conduzidos em casa de vegetação, estudaram a influência do Ca + Mg, P e Zn no rendimento de arroz irrigado cultivado em substratos provenientes de solos Planossol e Brunizem Hidromórficos. A análise dos resultados obtidos evidenciou que a aplicação de Zn, isoladamente, não afetou o rendimento da cultura estudada em nenhum dos solos; porém houve uma interação significativa do Zn com o P no solo Planossol, aumentando o rendimento das plantas, quando aplicado junto com o nível intermediário de P (50 ppm).

Entretanto, PONTE *et alii* (1979) não detectaram nenhum efeito significativo do P e Zn na produção de ar-

roz de sequeiro implantado sobre um latossolo Vermelho - Escuro distrófico, textura franco arenosa, fase cerrado.

Ainda, os efeitos da aplicação de micronutrientes em sorgo granífero foram estudados por ZANINI e BUZETTI (1984), valendo-se para tanto de dois cultivares empregados em lavouras comerciais, 'IPM-8030' e 'CONTI 1024'. Concluíram os autores que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à altura de plantas e ciclo da cultura, evidenciando, no entanto, incremento na produção com a adição de Zn. Relataram ainda, que os dois híbridos estudados apresentaram comportamentos semelhantes em relação aos diferentes tratamentos empregados. Resultados favoráveis à aplicação de Zinco foram também obtidos por BUZETTI *et alii* (1980) na cultura do feijoeiro, cv. Carioca, no período de inverno, em solos sob vegetação de cerrado, onde a adição de sulfato de zinco, juntamente a sulfato de cobalto, ocasionou um incremento substancial da produção.

PEREIRA *et alii* (1978), estudando os efeitos da aplicação de sulfato de zinco em milho nos níveis de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 kg/ha, aplicados em um Latossolo Vermelho Escuro, fase campo-cerrado, apresentando 2 ppm do micronutriente, constataram alta resposta da cultura do milho à aplicação da mencionada fonte de Zn; embora não tenham sido constatadas diferenças na produção entre os tratamentos que

receberam tal micronutriente.

Também, DECARO *et alii* (1981) avaliaram a resposta do milho ao emprego do zinco, utilizando duas fontes na forma de sulfato e de óxido, equivalentes a 5, 10 e 15 kg do elemento por hectare em um Latossolo Escuro fase arenosa. Pelos resultados obtidos, observou-se o efeito positivo da presença do Zn sobre a produção de grãos, independentemente da fonte utilizada, apesar da manifestação de uma tendência geral de superioridade do sulfato de zinco sobre a forma de óxido.

2.3. Fósforo e zinco: efeitos na qualidade das sementes

Além da influência marcante do P e do Zn na produção das culturas, muitos trabalhos experimentais ressaltam também a importância desses nutrientes na formação, constituição e na qualidade fisiológica das sementes.

A disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, influi na boa formação do embrião e do órgão de reserva, assim como na sua composição química e, conseqüentemente, no metabolismo e no vigor da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 1983).

MALAVOLTA (1967) e CARVALHO (1970) já faziam

referências à importância dos nutrientes para o desenvolvimento das plantas cultivadas, destacando o fósforo como o elemento essencial para a formação do fruto e da semente, onde é encontrado em grande quantidade.

WALL e ROSS (1975) relataram que dentre os principais componentes minerais da semente de sorgo, o fósforo, ao lado do magnésio, potássio e o silício são aqueles constatados em maiores proporções, aparecendo o cálcio e o sódio em pequenas quantidades.

Ainda, aproximadamente 13% do total do fósforo contido no grão de sorgo encontra-se na cobertura fibrosa da semente, ao passo que 40 a 75% desse elemento apresenta-se como componente do fitato ou ácido fítico, que por sua vez pode formar complexos com zinco (NAIK e ABHYANKAR, 1955).

DEOSTHALE *et alii* (1972) determinaram que a composição mineral do sorgo granífero foi influenciada pelas doses de fósforo empregadas (0, 40, 80 e 120 kg/ha de $P_{2}O_{5}$), proporcionando incrementos crescentes nos níveis de cálcio, fósforo, ferro e manganês assimilados pela planta.

TURKIEWICZ (1976), trabalhando com soja, em um Latossolo Vermelho Amarelo álico, textura argilosa, observou que a calagem e a adubação fosfatada afetaram a qualidade das sementes, pois tanto a ausência de calcáreo como a

presença de dose mais elevada de fósforo, representada por 640 kg/ha de P_2O_5 , revelaram-se prejudiciais à germinação e vigor.

Da mesma forma, valendo-se de sementes de feijão, cultivares Rio Tibagi e IPA 7419, provenientes de um ensaio fatorial 3 x 3, VIEIRA *et alii* (1980) avaliaram os efeitos da adubação fosfatada (160, 700 e 1100 kg/ha de P_2O_5) e do calcário calcítico (0,5; 1,5 e 4,0 t/ha) na qualidade das sementes produzidas. A análise dos resultados evidenciou um incremento significativo do peso das sementes, proporcionado pela aplicação de P e calcário em todos os níveis utilizados, o mesmo ocorrendo para o vigor, avaliado mediante peso da parte aérea seca das plântulas originadas.

Resultados favoráveis ao emprego de fertilizantes fosfatados no peso das sementes foram também obtidos por NAKAGAWA (1973), para a cultura do amendoim, cultivado principalmente na época das águas (out-nov), embora as doses mais elevadas desse nutriente tivessem manifestado efeitos desfavoráveis.

A influência da fertilidade do solo sobre a qualidade da semente de trigo foi estudada por FOX e ALBRECHT (1957) em solos do Estado de Nebraska, USA. Pelos resultados obtidos, evidenciou-se que, quando os solos eram deficientes em fósforo, a aplicação de doses moderadas desse nu-

triente, aproximadamente 60 kg de P_2O_5 /ha, propiciou a produção de sementes de melhor qualidade com relação à emergência no campo. Relataram ainda os autores que, provavelmente, os programas de adubação objetivando altas produções podem não corresponder àqueles empregados para a obtenção de sementes de alta qualidade.

CARVALHO e NAKAGAWA (1983) relatam que a amplitude dos efeitos da disponibilidade de nutrientes afetando a qualidade fisiológica da semente é função da espécie, das condições ambientais, bem como do estágio de desenvolvimento da planta em que a aplicação do fertilizante é realizada. Ainda, afirma AUSTIN (1972) existirem poucos conhecimentos sobre as fases de desenvolvimento das plantas em que as condições ambientais afetam a viabilidade das sementes.

A qualidade fisiológica das sementes, há muito tempo, tem sido avaliada pelo teste padrão de germinação; contudo o referido teste, segundo TOLEDO e MARCOS FILHO (1977), não tem demonstrado eficiência satisfatória na separação de sementes, apresentando graus de deterioração e potencial de conservação distintos.

CAMARGO (1971), trabalhando com sorgo, constatou que o teste padrão de germinação foi o menos sensível na diferenciação da condição fisiológica dos lotes de semen-

tes estudadas. Tal fato foi corroborado por VANDERLIP *et alii* (1973), acrescentando que os testes de germinação, muitas vezes, superestimam a emergência no campo.

Assim, estudos desenvolvidos nesse sentido têm evidenciado que outros atributos fisiológicos da semente podem influir decisivamente não só no estabelecimento de uma população inicial no campo, bem como persistir por todo o ciclo da cultura, alterando até mesmo a produtividade. A somatória desses atributos é denominada "vigor" da semente (DELOUCHE e CALDWELL, 1960).

Atualmente, inúmeros testes para a avaliação do vigor das sementes têm sido propostos, contudo, MARCOS FILHO *et alii* (1983) salientam que a ausência de padronização de métodos, bem como a fundamentação dos mesmos em conceitos diversos, impossibilitam recomendações generalizadas para todas as culturas.

Assim, SOUZA e MARCOS FILHO (1975), estudando diversos métodos para avaliar o vigor de semente de sorgo, concluíram que a eficiência dos testes estudados foi dependente da qualidade das sementes, sendo que o teste do cloreto de amônio e a velocidade de germinação foram os mais sensíveis na identificação das diferenças de vigor existentes. O teste padrão de germinação e a primeira contagem de germinação, no entanto, revelaram apenas diferenças marcantes de

qualidade entre as sementes analisadas. Resultados semelhantes foram obtidos por VANDERLIP (1974), e YAYOCK *et alii* (1975), onde o teste de cloreto de amônio propiciou a melhor correlação com a emergência no campo.

Da mesma forma ZANINI (1982), objetivando determinar a influência da maturação fisiológica em algumas características do sorgo, constatou, dentre outras considerações, que os testes de velocidade de germinação, envelhecimento rápido e cloreto de amônio foram aqueles que melhor avaliaram o vigor das sementes, apresentando alta correlação com a germinação.

Entretanto, resultados obtidos por CAMARGO (1971) evidenciaram que, dentre os testes de laboratório utilizados, a velocidade de germinação foi aquele que mais criteriosamente distinguiu os graus de deterioração dos lotes de sementes de sorgo, além de se correlacionar estreitamente com a produção.

Assim, muitos pesquisadores têm utilizado, além do teste padrão de germinação, inúmeros outros métodos para avaliar o vigor das sementes, provenientes dos mais diversos experimentos, inclusive relacionados com nutrição x qualidade de sementes.

CÍCERO (1979), trabalhando com milho em dois

níveis de fertilidade de um Latossolo Roxo, evidenciou o efeito marcante do nível mais elevado de fertilidade estudado, no peso de mil sementes. Tal evidência não foi, contudo, constatada em relação à germinação, composição química e vigor das sementes, avaliado mediante a realização dos testes de frio, envelhecimento rápido e primeira contagem de germinação.

Ainda, através de sementes de milho, provenientes de experimento de fertilidade em Latossolo Vermelho Escuro, de cerrado, WETZEL *et alii* (1979) avaliaram os efeitos da adubação fosfatada, aplicadas a lanchos nas dosagens correspondentes a 0, 160, 320, 640, 1280 e 1960 kg de P_2O_5 /ha. Pela análise dos resultados obtidos, concluiu-se que a deficiência de fósforo promoveu a redução do tamanho das sementes, bem como a qualidade fisiológica, representada pelo menor Índice de germinação e menor vigor. Ainda, salientaram os autores que, para a avaliação do vigor das sementes, foram efetuados os testes de envelhecimento precoce, primeira contagem de germinação e imersão em cloreto de amônio.

CAVALCANTE e SILVEIRA (1979) estudaram a influência da aplicação de dois níveis de nitrogênio (0 e 20 kg/ha de N), fósforo (0 e 60 kg/ha de P_2O_5), potássio (0 e 30 kg/ha de K_2O) e zinco (0 e 20 kg de sulfato de zinco/ha) na germinação de sementes de arroz. Concluíram os autores que tanto o fósforo como o zin

co resultaram no aumento do poder germinativo das sementes em estudo. O efeito do zinco foi observado mediante sua aplicação isolada ou concomitante ao potássio e ao nitrogênio, ao passo que a influência positiva do fósforo sobre a germinação foi maximizada pela adição do nitrogênio.

Os efeitos de diferentes níveis de zinco na qualidade fisiológica das sementes, também foram avaliados por WETZEL e LOBATO (1981a), valendo-se de sementes de soja oriundas de um experimento de fertilidade conduzido em Latos solo Vermelho-Escuro, de cerrado, textura argilosa. As doses de zinco empregadas foram correspondentes a 0, 1, 3, 9 e 27 kg/ha, aplicadas no solo por ocasião da semeadura. Assim, através da realização de inúmeros testes de laboratório, observou-se que a germinação e o vigor inicial das sementes foram afetados pelos níveis de adubação empregados. Os níveis de zinco relacionados a 9 e 27 kg de nutriente por hectare resultaram sementes de maior índice de germinação e vigor, avaliado através dos testes de primeira contagem, imersão em cloreto de amônio e envelhecimento precoce; embora evidências inversas tenham sido constatadas para o peso de mil sementes.

Em trabalhos semelhantes ao anterior desenvolvidos com sementes de milho, WETZEL e LOBATO (1981b) determinaram que os diversos tratamentos não acusaram efeitos signi

ficativos na germinação e vigor, conquanto a ausência e o nível mais baixo de Zn tenham proporcionado menores pesos de sementes.

Desta forma, evidencia-se na literatura nacional que trabalhos relacionados à influência do fósforo, do zinco e de sua respectiva interação sobre a produção e, pincipalmente, sobre a qualidade fisiológica das sementes podem ser considerados escassos face à importância do assunto. Por tanto, torna-se necessário a continuidade de estudos nessa área de atuação do conhecimento agrônomo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O presente experimento foi instalado na Fazenda Sertãozinho em área pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, situada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, em solo classificado como Regosol, da série Sertãozinho, segundo RANZANI *et alii* (1966).

Previamente à implantação do ensaio, foram retiradas amostras de solo com a finalidade de se avaliarem as suas propriedades químicas, sendo as análises e interpretações efetuadas segundo CATANI e JACINTO (1974), cujos resultados são a seguir apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental, realizada pelo Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP.

pH	C(%)	PO_4^{--}	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+++}	H^+	Zn
		e. mg/100 g terra						ppm
5,0	0,45	0,10	0,17	0,88	0,40	0,52	3,68	1,0
acidez elevada	baixo	baixo	médio	baixo	baixo	médio	médio	baixo (*)

(*) Segundo NIJHOFF e JUNK (1985)

Os dados meteorológicos relativos à insolação, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura máximas, mínimas e médias ocorridos durante o período experimental foram fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP e são apresentados em Anexo.

3.2. Cultivar utilizado

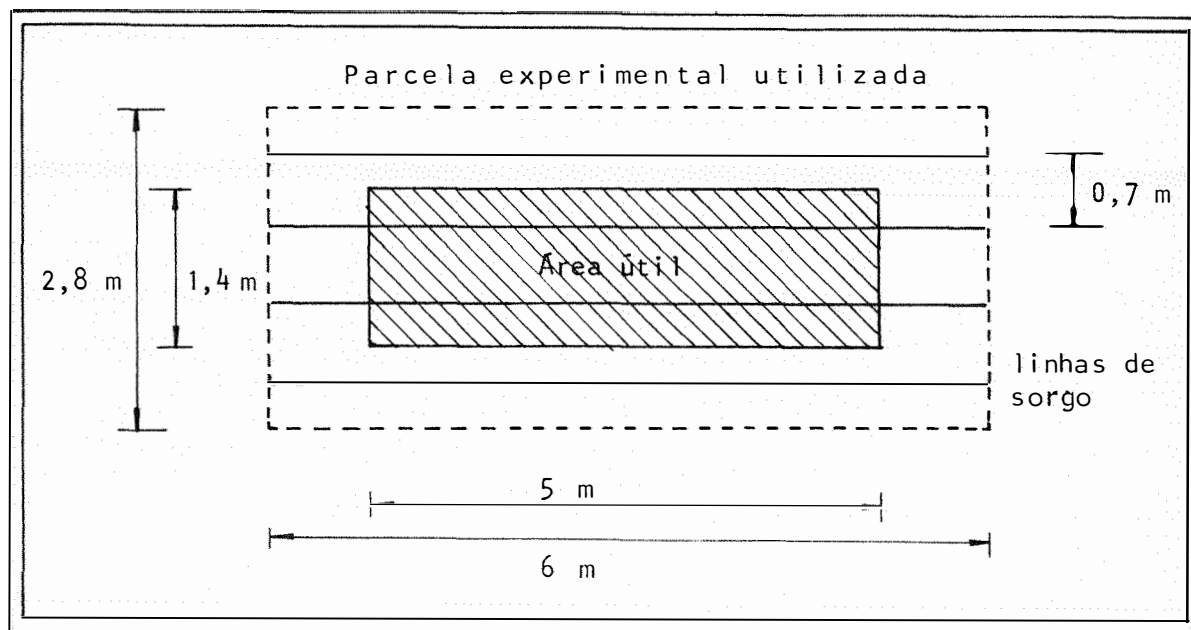
No trabalho foram utilizadas sementes de sorgo híbrido granífero, cv. Contiouro, cedidas pela Sementes Contibrasil Ltda. e produzidas no ano de 1980.

O referido cultivar, segundo a Empresa Produtora, possui ciclo médio de 115 dias, altura média de planta de 1,35 m com 56 dias para o florescimento, além de apresentar resistência ao acamamento e ao míldio, tolerância satisfatória a outras doenças, bom comportamento à seca e potencial de produção estimado em 4.700 kg/ha em condições de clima e fertilidade do solo normais.

3.3. Experimento de campo

O delineamento experimental adotado foi o de um Fatorial 4 x 4 em blocos casualizados, apresentando 4 (quatro) repetições, conforme encontrado em PIMENTEL GOMES (1976).

Os tratamentos empregados estavam relacionados com a aplicação de 4 (quatro) níveis de fósforo, correspondentes a 0, 40, 80 e 120 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples e quatro níveis de zinco, correspondentes a 0; 2,1; 4,2 e 6,3 kg de Zn/ha na forma de sulfato de zinco, resultando um total de 16 tratamentos. Foram utilizadas parcelas compostas de 4 linhas de 6 m de comprimento, sendo cada uma delas espaçadas de 0,70 m entre si, perfazendo-se área total de $16,8 \text{ m}^2$ e área útil de $7,0 \text{ m}^2$, conforme croqui evidenciado a seguir:



Além dos níveis variáveis de P_2O_5 e Zn usados, todas as parcelas experimentais receberam também no sulco de semeadura, 10 kg de N/ha e 60 kg de K_2O /ha, respectivamente sob a forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio. Além disso, foi realizada adubação de cobertura, mediante o emprego de 50 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, aos 30 dias após a semeadura. As doses de adubo foram calculadas segundo os resultados obtidos pela análise do solo, aliados às exigências da cultura em estudo.

Após efetuado o preparo do solo mediante uma aração e duas gradagens, foi realizada a semeadura manual no dia 26/11/80, em sulcos distanciados de 70 cm entre si, apre

sentando aproximadamente 3 cm de profundidade. Em tais sulcos foram distribuídas cerca de 20 sementes por metro linear, apresentando 80% de germinação, objetivando assegurar a obtenção de 16 plantas por metro linear.

O experimento recebeu todos os cuidados usualmente dispensados a uma lavoura de sorgo e, ainda, em função da porcentagem de emergência constatada, não houve a necessidade da realização do desbaste.

Por ocasião da emissão da panícula, foi efetuada a avaliação da altura de 10 plantas, sorteadas ao acaso dentro da área útil de cada parcela, adotando-se, como limite superior, o ponto de inserção da folha "bandeira" ao colmo e, como limite inferior, o nível do solo.

As datas de florescimento foram determinadas em função dos diferentes tratamentos, utilizando-se como critério padrão a evidência de 50% das panículas com flores abertas.

Alguns dias precedentes à colheita, foi efetuado o levantamento da população final de plantas e da ocorrência de acamamento, considerando-se para tanto todas as plantas presentes dentro da área útil da parcela experimental.

A colheita das parcelas foi efetuada manualmente, a partir do dia 10.03.81, mediante o corte das panículas aproximadamente no ponto de suas inserções com a folha bandeira, sendo, a seguir, acondicionadas em sacos de aniagem devidamente identificados. Tal operação se estendeu por um período aproximado de 5 dias, em decorrência da diferença de ciclo da cultura manifestada nos tratamentos empregados.

Em resumo, foram obtidos em campo dados referentes à porcentagem de emergência, população inicial, altura de plantas, data de florescimento, população final e produção.

Após a colheita, as panículas foram colocadas a secar ao sol por um período de 3 dias, prosseguindo-se tal processo à sombra por mais 5 dias, até que fosse evidenciada a facilidade da trilhagem manual. Contudo, antes desta operação, procedeu-se a pesagem das panículas e a separação de uma panícula por tratamento, objetivando a determinação do teor de umidade das sementes, submetendo-se para tanto o material amostrado, durante um período de 24 horas, em uma estufa a 105°C, conforme prescrições estabelecidas pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

Posteriormente à trilhagem e abanação, foram realizadas as pesagens das sementes, sendo os pesos obtidos

corrigidos para umidade de 13%, segundo a fórmula relatada por TAVARES (1972).

Após essa etapa e, com a finalidade de prevenir a ocorrência de pragas, as sementes foram tratadas com Malathion 2% em dosagem correspondente a 1 g/kg de sementes, conforme recomendação emitida pela EMBRAPA (1982), e acondicionadas em sacos de papel "Kraft".

As sementes permaneceram armazenadas em condições ambientais no Laboratório de Plantas Alimentícias do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ/USP, por aproximadamente 3 meses até o início das determinações de laboratório.

3.4. Testes de laboratório

Os testes para avaliações da qualidade das sementes foram realizados no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ/USP, através de métodos e procedimentos descritos a seguir.

3.4.1. Teste de germinação

Para este teste foram utilizadas 2 subamostras de 50 sementes para cada uma das quatro repetições dos tratamentos, distribuídas em substratos de papel-toalha marca Xuga, empregado sob a forma de rolo, após lavagem por 24 horas em água corrente. Para o desenvolvimento do teste, utilizou-se um germinador marca Stults, regulado para o funcionamento em temperatura alternada de 20-30°C. As contagens foram efetuadas no sexto e no décimo dia após as instalações dos testes, procedendo-se a interpretação segundo os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

3.4.2. Testes de Vigor

Foram utilizados, para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, o "teste de cloreto de amônio", e a "velocidade de germinação", sendo este último realizado concomitantemente ao "teste padrão de germinação" anteriormente mencionado.

A *velocidade de germinação* foi avaliada mediante a realização de contagens diárias das plântulas normais apresentando plúmula com comprimento superior a 0,02 m,

até o final do teste, conforme utilizado por SOUZA e MARCOS FILHO (1975). A seguir calcularam-se os índices de velocidade de germinação, de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRRE (1962) e abaixo apresentada:

$$V.G. = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

onde:

V.G = velocidade de germinação

$N_1; N_2, N_3 \dots N_n$ = número de sementes germinadas a 1, 2, 3 ... n dias após a instalação do teste.

$D_1, D_2, D_3 \dots D_n$ = dias após a instalação do teste

O teste de cloreto de amônio foi efetuado segundo metodologia relatada por ABDULAHI (1968) e YAYOCK *et alii* (1975), sendo para isso utilizadas 2 subamostras de 50 sementes para cada uma das repetições. As sementes de cada tratamento foram submetidas à embebição em uma solução de cloreto de amônio (NH_4Cl) a 2%, durante o período de 2 horas, a $40^{\circ}C$. Posteriormente, foram lavadas em água corrente durante 15 minutos e colocadas a germinar, de acordo com o procedimento referente ao teste padrão de germinação descrito nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

A interpretação dos resultados foi efetuada no quinto dia após a semeadura, sendo fundamentada na contagem do número total de plântulas normais constatadas no teste.

3.4.3. Peso de mil sementes

Para a realização da mencionada determinação, foram separadas manualmente, cerca de 8 amostras de 100 sementes para cada uma das repetições, as quais foram pesadas em uma balança com sensibilidade de centésimos de gramas, sendo tais procedimentos efetuados segundo prescrições estabelecidas pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

3.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas dos resultados, obtidos e relativos às diversas características agronômicas estudadas, foram efetuadas segundo o esquema fatorial de 4 x 4 em blocos casualizados com 4 repetições, cujo quadro de análise de variância é apresentado a seguir:

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Fósforo (P)	3
Zinco (Zn)	3
Interação P x Zn	9
(Tratamento)	15
Bloco	3
Resíduo	45
Total	63

Foram realizadas análises de variância dos dados relativos aos parâmetros de laboratórios, ou seja, peso de mil sementes, teste de germinação, velocidade de germinação e teste de cloreto de amônio.

Os dados do único parâmetro de campo, submetidos à análise de variância, foram aqueles relativos à população final de plantas. Para os demais, como florescimento, altura de plantas, produção de panículas e produção de grãos, foi empregada a análise de covariância, usando-se como variável auxiliar, o número de plantas da área útil da parcela.

Entretanto, para melhor interpretação dos resultados, foram também realizadas análises de regressão polinomial, sendo que, para a definição das equações resultantes, foi empregado o cálculo do Coeficiente de Determinação (R^2) inerente a cada equação.

Ainda, para cada equação representativa dos efeitos significativos, foram elaborados os gráficos correspondentes.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados de forma individualizada para cada parâmetro avaliado, sendo que as equações representativas dos efeitos significativos para os parâmetros de campo são constatadas na Tabela 13 e aquelas referentes aos parâmetros de laboratório encontram-se na Tabela 14.

4.1. Avaliações de campo

4.1.1. População final de plantas

A análise de variância dos dados relacionados à população final de plantas não mostrou diferença significativa para os tratamentos empregados, conforme valores de F

apresentados na Tabela 8. As médias da população final de plantas por parcelas são evidenciadas na Tabela 2, a seguir apresentada.

TABELA 2. Valores médios relativos à população final de plantas de sorgo granífero (nº de plantas/parcela).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	53	44	59	45	50
40	56	50	50	58	53
80	65	51	52	62	57
120	58	52	60	54	56
Média	58	49	55	55	

Entretanto, a análise de regressão polinomial evidenciou diferenças significativas para a influência da aplicação de fósforo. A representação gráfica de tal efeito é constatada na Figura 1, na qual se comprova um aumento linear no número de plantas encontradas nas parcelas experimentais, em função da adição de doses crescentes de P₂O₅.

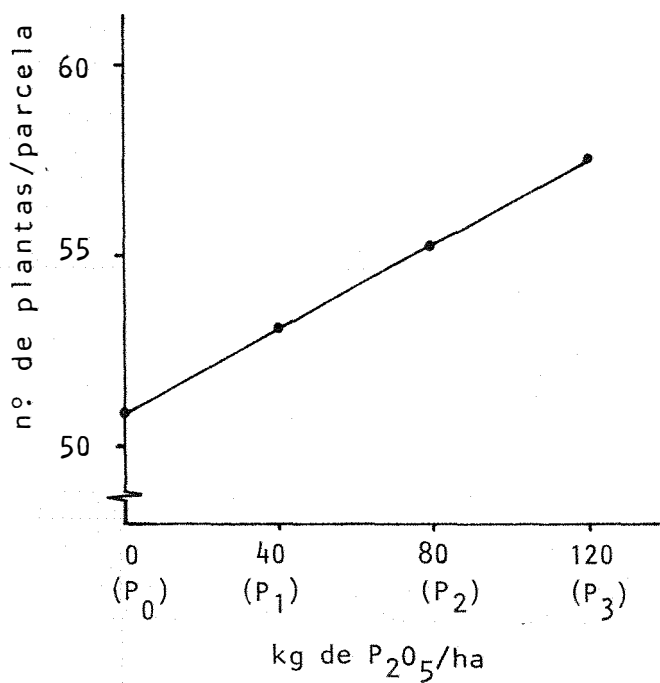


FIGURA 1. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo sobre a população final de plantas de sorgo granífero.

4.1.2. Florescimento

Na Tabela 3 são evidenciados os valores médios ajustados pela análise de covariância dos tratamentos, bem como os valores originais, apresentados entre parêntesis.

A análise de covariância revelou valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade para os efeitos simples da aplicação de fósforo e de zinco, bem como para a respectiva interação, conforme se constata na Tabela 7.

TABELA 3. Valores médios ajustados e valores médios obtidos (entre parêntesis) para o florescimento de plantas de sorgo granífero (dias após a semeadura).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	74 (74)	76 (76)	71 (71)	74 (74)	74 (74)
40	72 (72)	72 (72)	73 (73)	72 (72)	72 (72)
80	72 (72)	71 (71)	75 (75)	74 (74)	73 (73)
120	75 (75)	63 (63)	63 (63)	69 (69)	67 (67)
Média	73 (73)	70 (70)	70 (70)	72 (72)	

As representações gráficas dos efeitos significativos, detectados pela análise de regressão polinomial para as interações, são constatadas nas Figuras 2a e 2b.

Na Figura 2a são apresentadas as curvas dos efeitos do fósforo dentro dos níveis de zinco empregados. Assim, para a curva representativa dos efeitos de P na ausência de zinco (Zn_0), pôde-se constatar que a utilização de doses entre 40 e 80 kg de P_2O_5 /ha propiciou a redução do período para florescimento, quando comparado aos extremos do intervalo estudado. Quando se utilizou 2,1 kg de Zn/ha (Zn_1) e 6,3 kg de Zn/ha (Zn_3), doses crescentes de P_2O_5 promoveram a redução do período para florescimento, de maneira mais evidente para o nível mais elevado de fósforo (120 kg de P_2O_5 / ha). No entanto, a curva Zn_2 correspondente a 4,2 kg de Zn/ha, revelou que a utilização de doses até 50 a 60 kg de P_2O_5 /ha propiciou o maior retardamento no florescimento das plantas submetidas a tal nível de zinco.

Na Figura 2b são apresentadas as curvas dos efeitos do zinco dentro dos níveis de fósforo. Ressalta-se que, nas análises de regressão polinomial respectivas, não foram constatados efeitos significativos dentro dos níveis 1 e 2 de P_2O_5 . A curva que representa os efeitos de Zn na ausência de fósforo revelou que o maior período entre semeadura e o pleno florescimento foi promovido pela dose de 2,1 kg de Zn/ha, ao

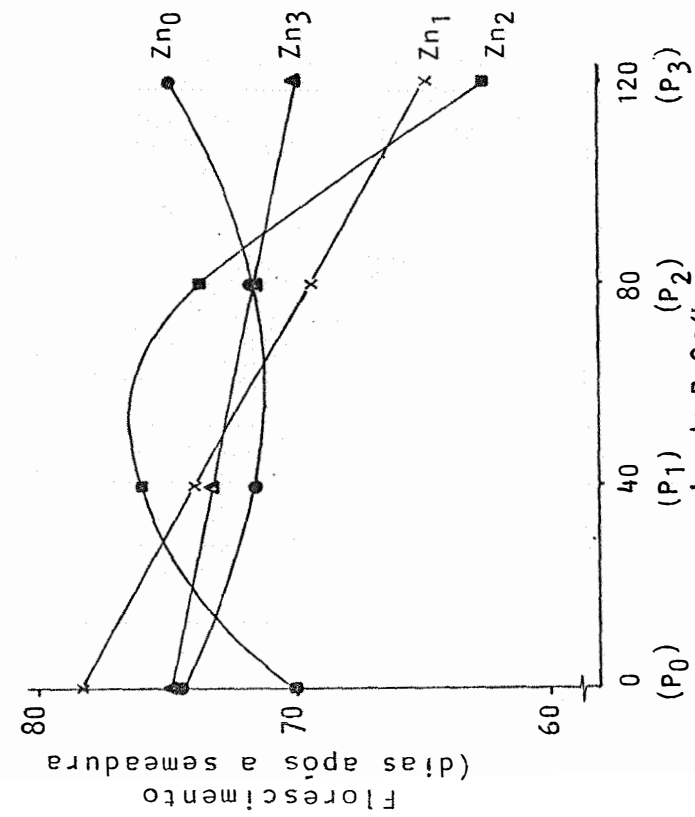


FIGURA 2a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo dentro dos níveis de zinco sobre o período para FLORESCIMENTO de sorgo granífero.

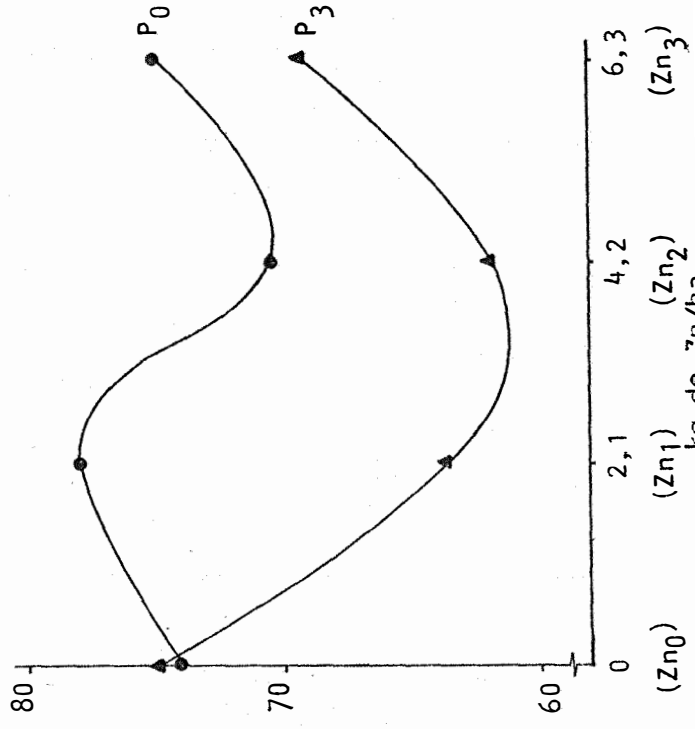


FIGURA 2b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de zinco dentro dos níveis de fósforo sobre o período para FLORESCIMENTO de sorgo granífero.

passo que a redução deste período foi relativa ao emprego da dose 4,2 kg de Zn/ha. O nível de fósforo relativo a 120 kg de P_2O_5 /ha, quando aliado às doses de 2,1 e 4,2 kg de Zn/ha proporcionou uma redução considerável para a ocorrência do pleno florescimento.

Numa análise global das curvas apresentadas, verifica-se que, na ausência de fósforo independentemente dos níveis de zinco empregados, o período para florescimento foi sempre superior a 70 dias. Para doses elevadas de P_2O_5 a adição de zinco reduziu o período considerado a valores inferiores a 70 dias.

4.1.3. Altura de plantas

Os valores médios ajustados, relativos à altura das plantas, são constatados na Tabela 4, assim como os dados originais apresentados entre parêntesis.

A análise de covariância dos tratamentos empregados apenas evidenciou diferença significativa para o efeito simples da aplicação de Zn, conforme apresentado na Tabela 7. Entretanto, a análise de regressão polinomial não detectou efeito significativo para as regressões estudadas.

TABELA 4. Valores médios ajustados e valores médios obtidos (entre parêntesis) relativos à altura de plantas de sorgo granífero (milímetros).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	954 (939)	979 (879)	957 (1003)	1032 (942)	980 (941)
40	967 (1006)	1007 (960)	909 (859)	906 (939)	947 (941)
80	854 (966)	1046 (1017)	1015 (991)	960 (1035)	969 (1002)
120	818 (859)	1081 (1059)	1086 (1143)	1050 (1048)	1009 (1027)
Média	898 (942)	1028 (979)	992 (999)	987 (991)	

4.1.4. Produção de panículas

Na Tabela 5 são constatados os valores médios ajustados relativos à produção de panículas, bem como os valores originais, apresentados entre parêntesis.

Os valores de F determinados pela análise de covariância dos tratamentos estudados foram significativos ao

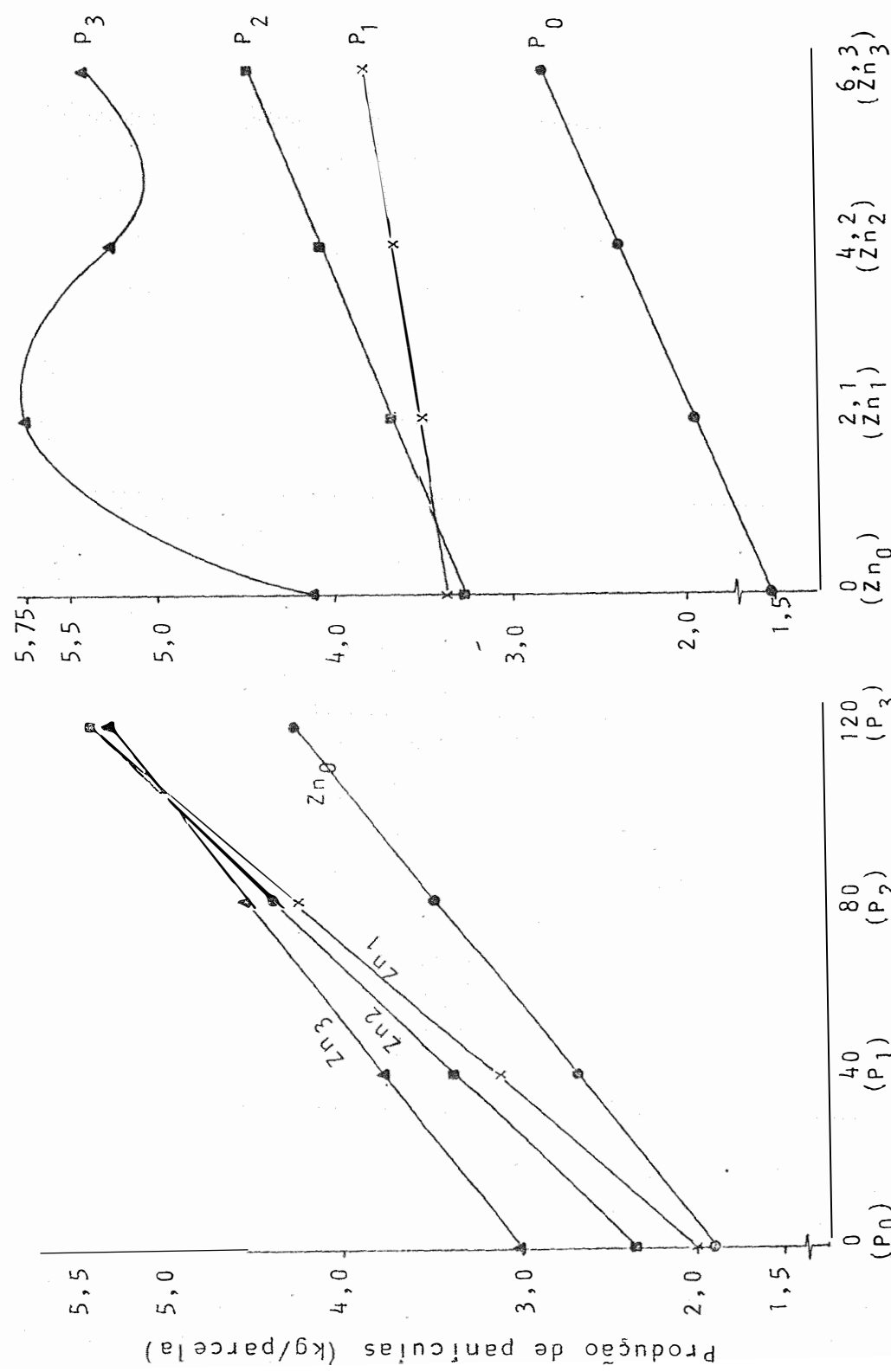
nível de 1% de probabilidade para os efeitos simples da aplicação de fósforo e de zinco, bem como para respectiva interação, conforme verificado na Tabela 7.

TABELA 5. Valores médios ajustados e valores médios obtidos (entre parêntesis) relativos à produção de panículas de sorgo granífero (gramas/parcela).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	1301,6 (1251)	1676,6 (1328)	1576,6 (1738)	2416,4 (2103)	1742,8 (1605)
40	2551,9 (2598)	2373,0 (2538)	2891,7 (2718)	2943,6 (2448)	2690,0 (2575)
80	2553,0 (2943)	2773,4 (2670)	3302,2 (3388)	3537,1 (3803)	3041,4 (3201)
120	3282,2 (3425)	4387,0 (4310)	4185,7 (4390)	4146,7 (4140)	4000,4 (4066)
Média	2422,2 (2554)	3027,5 (2711)	2989,0 (3058)	3260,9 (3123)	

As representações gráficas das regressões polinomiais significativas detectadas pela análise são apresentadas nas Figuras 3a e 3b.

Na Figura 3a são apresentadas as curvas dos



kg de P₂O₅/ha

kg de Zn/ha

efeitos da aplicação do fósforo dentro dos níveis de zinco empregados. De acordo com esses gráficos, nos quatro níveis de zinco utilizados, as doses crescentes de P_2O_5 , dentro do intervalo estudado, propiciaram um crescimento linear da produção. A dose mais elevada de fósforo, correspondente a 120 kg de P_2O_5 /ha, propiciou a obtenção da maior produção observada, quando aliado ao nível 1 (2,1 de Zn/ha) e nível 2 (4,2 de Zn/ha) do micronutriente empregado.

As curvas dos efeitos da aplicação de zinco dentro dos níveis de fósforo empregados são apresentados na Figura 3b. Para os níveis 0, 1 e 2 de P_2O_5 , suas respectivas curvas mostram um aumento de produção em função da utilização de doses crescentes de zinco empregadas. Todavia, os maiores valores de produção são evidenciados dentro do nível mais elevado de fósforo (P_3), principalmente quando aliado à aplicação de doses entre 2,1 e 3,1 kg de Zn/ha.

4.1.5. Produção de grãos

Os dados originais de produção de grãos, entre parêntesis, bem como os valores médios ajustados pela análise de covariância dos tratamentos estudados, são apresentados na Tabela 6.

A análise de covariância revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para os efeitos simples de fósforo e de zinco, bem como de sua respectiva interação, conforme valores de F apresentados na Tabela 7.

TABELA 6. Valores médios ajustados e valores médios obtidos (entre parêntesis) relativos à produção de grãos de sorgo granífero (gramas/parcela).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	633,9 (598)	953,7 (703)	804,7 (911)	1442,9 (1218)	958,8 (857)
40	1421,9 (1455)	1191,5 (1310)	1534,8 (1410)	1831,3 (1915)	1494,9 (1522)
80	1483,5 (1763)	1534,3 (1460)	1843,3 (1905)	2018,9 (2210)	1720,0 (1834)
120	2102,4 (2205)	2582,3 (2528)	2326,2 (2473)	2264,8 (2260)	2318,9 (2366)
Média	1410,4 (1505)	1565,4 (1500)	1627,2 (1675)	1889,5 (1901)	

Na Figura 4a e 4b são apresentadas as representações gráficas das equações dos efeitos significativos detectados pela análise de regressão polinomial.

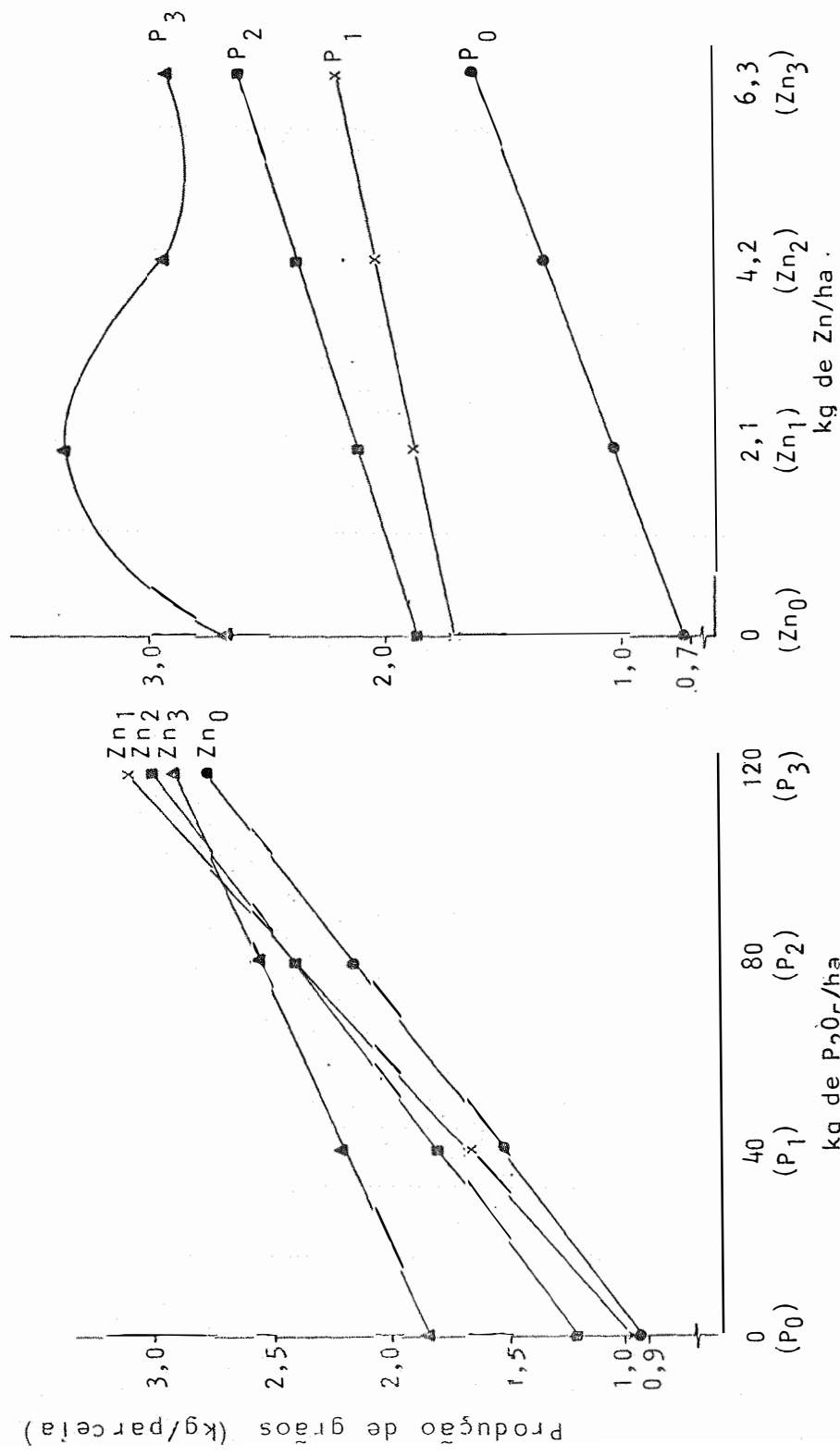


FIGURA 4a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo dentro dos níveis de zinco sobre a PRODUÇÃO DE GRÃOS de sorgo granífero.

FIGURA 4b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de zinco dentro dos níveis de fósforo sobre a PRODUÇÃO DE GRÃOS de sorgo granífero.

As curvas dos efeitos do fósforo dentro dos níveis de zinco são evidenciadas na Figura 4a. Assim os quatro níveis de zinco utilizados, aliados a doses crescentes de P_2O_5 , proporcionaram um incremento linear da produção, dentro do intervalo estudado. Todavia, a maior média de produção de grãos observada esteve relacionada ao emprego do conjunto de 120 kg de P_2O_5 /ha (P_3) e 2,1 kg de Zn/ha (Z_1).

Na Figura 4b são evidenciados os efeitos da aplicação do zinco dentro dos níveis de fósforo. De acordo com as curvas apresentadas, observa-se que nos níveis 0, 1 e 2 de P_2O_5 , dentro do intervalo de estudo, houve um aumento na produção de grãos em função do fornecimento de doses crescentes de zinco. Os valores médios de produção mais elevados foram relacionados com o emprego de doses de zinco entre 1,6 e 2,6 kg de Zn/ha, dentro do nível mais elevado de fósforo (P_3).

4.2. Avaliações de laboratório

4.2.1. Peso de mil sementes

Os valores de F determinados pela análise de variância foram significativos a 1% de probabilidade para os efeitos simples da aplicação de fósforo e a 5% de probabi

TABELA 7. Valores de F relativos às análises de covariância e coeficiente de variação dos resultados obtidos com sorgo granífero.

Causas de Variação Parâmetros	Fósforo ⁽¹⁾	Zinco ⁽²⁾	Interação PxZn ⁽³⁾	C.V. (%)
Altura de plantas	0,731 ^{ns}	3,038*	1,37 ^{ns}	15,403
Florescimento	22,810**	25,640**	10,170**	3,574
Prod. panículas	265,100**	40,720**	6,528**	8,787
Prod. grãos	201,000**	26,240**	6,973**	9,078

(1) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 3$ e $n_2 = 45$

(2) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 3$ e $n_2 = 45$

(3) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 9$ e $n_2 = 45$

TABELA 8. Valores de F relativo às análises de variância e coeficientes de variação dos resultados obtidos com sorgo granífero.

Parâmetros	Fósforo (1)	Zinco (2)	Interação P x Zn (3)	C.V. (%)
População final de plantas	1,951 ^{ns}	2,423 ^{ns}	1,169 ^{ns}	17,140
Peso de 1000 sementes	199,000**	3,455*	0,4675 ^{ns}	3,625
Teste de germinação	11,070**	0,812 ^{ns}	4,182**	3,226
Teste de cloreto de amônio	1,835 ^{ns}	0,826 ^{ns}	2,199**	6,422
Velocidade de germinação	36,610**	4,388**	3,621**	8,410

(1) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 3$ e $n_2 = 45$

(2) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 3$ e $n_2 = 45$

(3) nº de graus de liberdade utilizados: $n_1 = 9$ e $n_2 = 45$

lidade para os efeitos da aplicação de zinco, o mesmo não ocorrendo com a interação desses nutrientes, conforme revelados na Tabela 8.

Os valores médios relativos ao peso de mil sementes dos diferentes tratamentos estudados são constatados na Tabela 9, apresentada a seguir:

TABELA 9. Valores médios dos pesos de mil sementes de sorgo granífero (gramas)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	28,1	29,6	29,5	29,6	29,2
40	32,5	33,2	33,8	34,1	33,4
80	35,4	34,7	35,8	36,3	35,5
120	39,0	40,0	40,0	40,2	39,8
Média	33,7	34,4	34,8	35,0	

A análise de regressão polinomial para os tratamentos evidenciou apenas diferenças significativas a nível de 1% para os efeitos simples da aplicação de fósforo e de

zinco, cujas representações gráficas são apresentadas nas figuras 5a e 5b.

Pela análise da Figura 5a, nota-se um incremento linear de peso em função da disponibilidade de doses crescentes de P_2O_5 , dentro do intervalo de estudo. Fato semelhante, porém em menor intensidade, constata-se na 5b, onde doses crescentes de Zn promoveram a obtenção de sementes mais pesadas.

4.2.2. Teste de germinação

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios relativos à porcentagem de germinação observados nos diversos tratamentos estudados.

A análise de variância dos dados mostrou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para os efeitos simples do emprego do fósforo, bem como para a interação $P \times Zn$, conforme valores de F apresentados na Tabela 8.

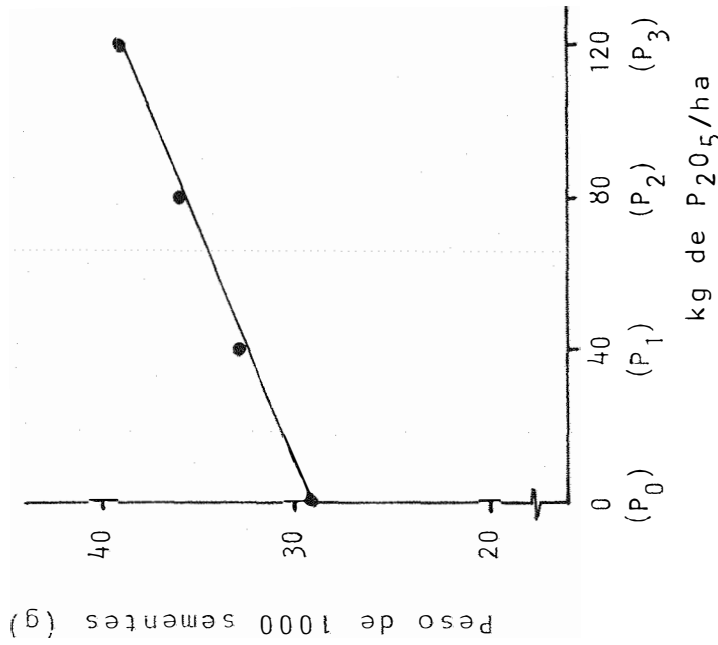


FIGURA 5a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforos sobre o PESO DE MIL SEMENTES de sorgo granífero.

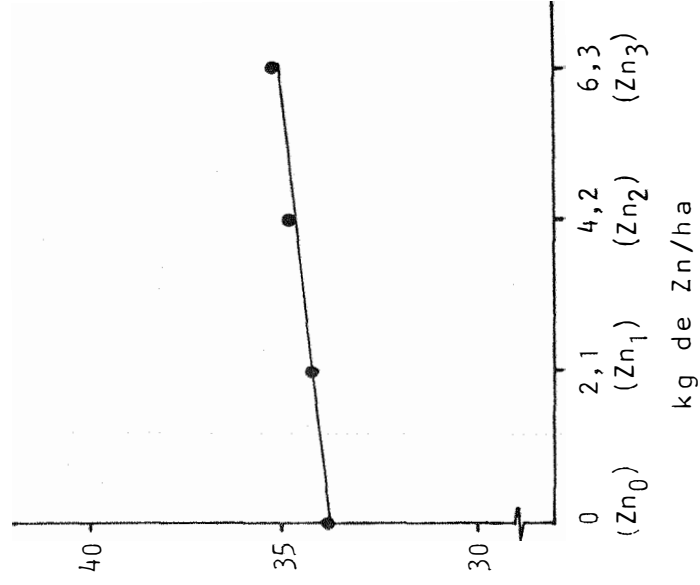


FIGURA 5b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de zinco sobre o PESO DE MIL SEMENTES de sorgo granífero.

TABELA 10. Valores médios do teste de germinação de sementes de sorgo granífero (% de germinação).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	88	89	80	85	85
40	84	87	89	89	87
80	86	86	91	87	87
120	90	91	91	92	91
Média	87	88	88	88	

As representações gráficas dos efeitos significativos detectados pela análise de regressão polinomial das interações podem ser comprovadas nas figuras 6a e 6b.

A utilização do fósforo e seus efeitos na porcentagem de germinação das sementes de sorgo, dentro dos níveis de zinco empregados, são observados nas curvas apresen-

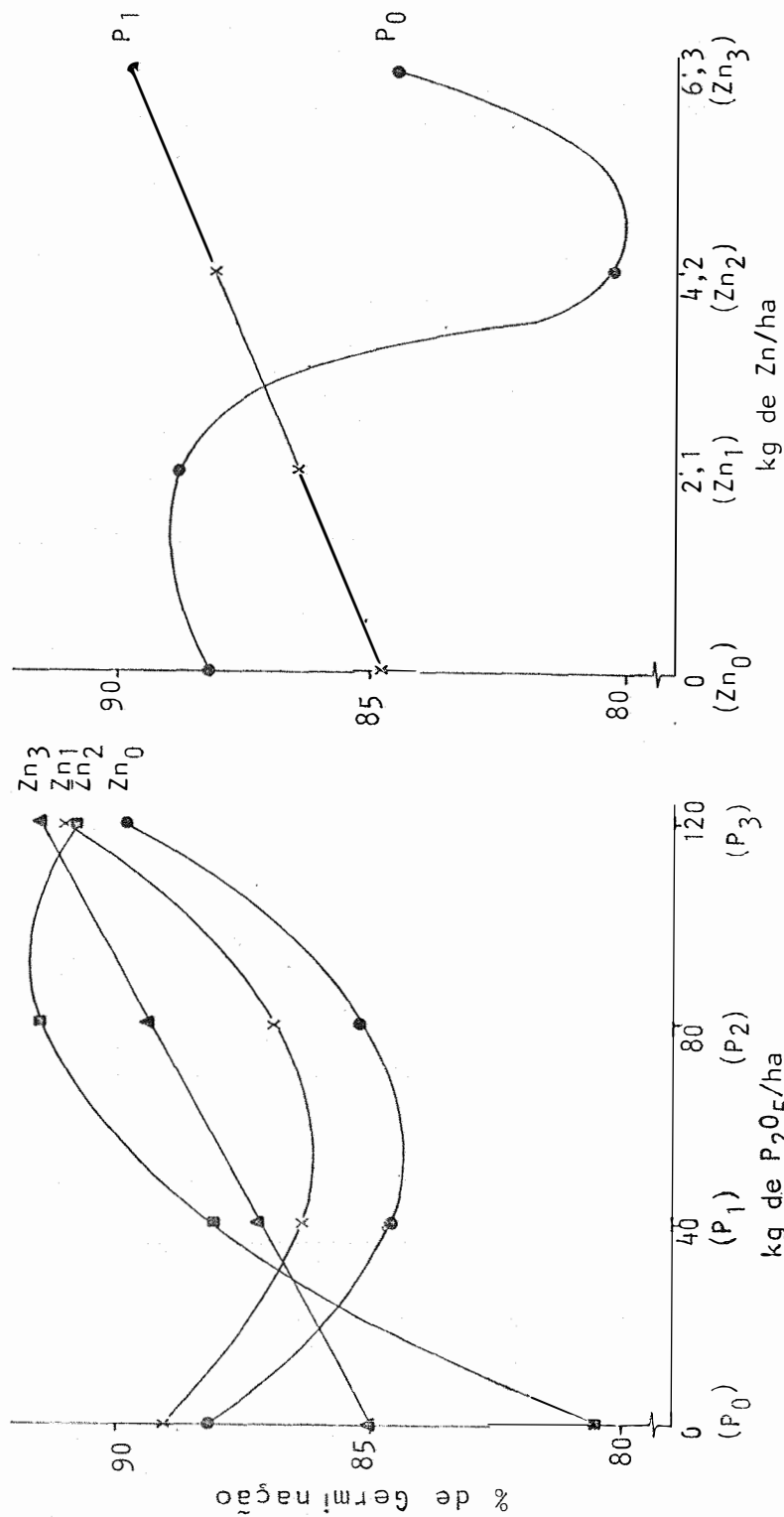


FIGURA 6a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo dentro dos níveis de zinco constatados no TESTE DE GERMINAÇÃO de sementes de sorgo granífero.

FIGURA 6b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de zinco dentro dos níveis de fósforo constatados no TESTE DE GERMINAÇÃO de sementes de sorgo granífero.

tadas na Figura 6a, sendo o inverso constatado na Figura 6b.

Na Figura 6a, as curvas representativas dos efeitos de P na ausência de zinco (Zn) e dentro do nível desse micronutriente (Zn_1) demonstram que o emprego de doses de fósforo até 50-60 kg de P_2O_5 /ha propiciou uma redução na porcentagem de germinação, quando comparado ao tratamento testemunha. A partir dessas doses houve elevação das porcentagens de germinação obtidas. Todavia, de forma comparativa, os valores médios encontrados na curva Zn_1 , sempre estiveram acima dos valores encontrados na curva representativa da ausência de zinco. As maiores porcentagens de germinação foram obtidas pela utilização de doses de fósforo entre 80 e 100 kg de P_2O_5 aliado ao nível 2 de zinco (4,2 kg de Zn/ha). Fato semelhante pode ser constatado pelo emprego conjunto da dose mais elevada de P_2O_5 (120 kg de P_2O_5 /ha) e o nível mais elevado de zinco (6,3 kg de Zn/ha), contudo, mediante incremento linear.

Na Figura 6b, observa-se que, na ausência de fósforo (P_0), os melhores resultados foram obtidos pela utilização de doses de zinco entre 1,1 e 2,1 kg de zinco/ha, a partir dos quais a porcentagem de germinação decresceu, atingindo valores mínimos para o uso de doses em torno de 4,7 kg de Zn/ha. Para o nível 1 de fósforo (40 kg de P_2O_5 /ha), evidenciou-se um aumento linear na porcentagem de germinação em função da utilização de doses crescentes de zinco, dentro do

intervalo de estudo. Numa análise global dos gráficos apresentados, nota-se, de forma geral, que os melhores resultados estiveram aliados à ocorrência de proporções específicas entre os nutrientes ministrados.

4.2.3. Velocidade de germinação

Na Tabela 11 são apresentados os valores médios da velocidade de germinação para os tratamentos utilizados, sendo que os valores de F determinados pela análise de variância dos dados revelaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, conforme constatado na Tabela 8, para os efeitos da interação P x Zn, bem como para aqueles relacionados à aplicação individualizada desses nutrientes.

Os efeitos significativos da análise de regressão polinomial dos dados de velocidade de germinação sob a forma de gráficos, podem ser encontrados nas figuras 7a e 7b.

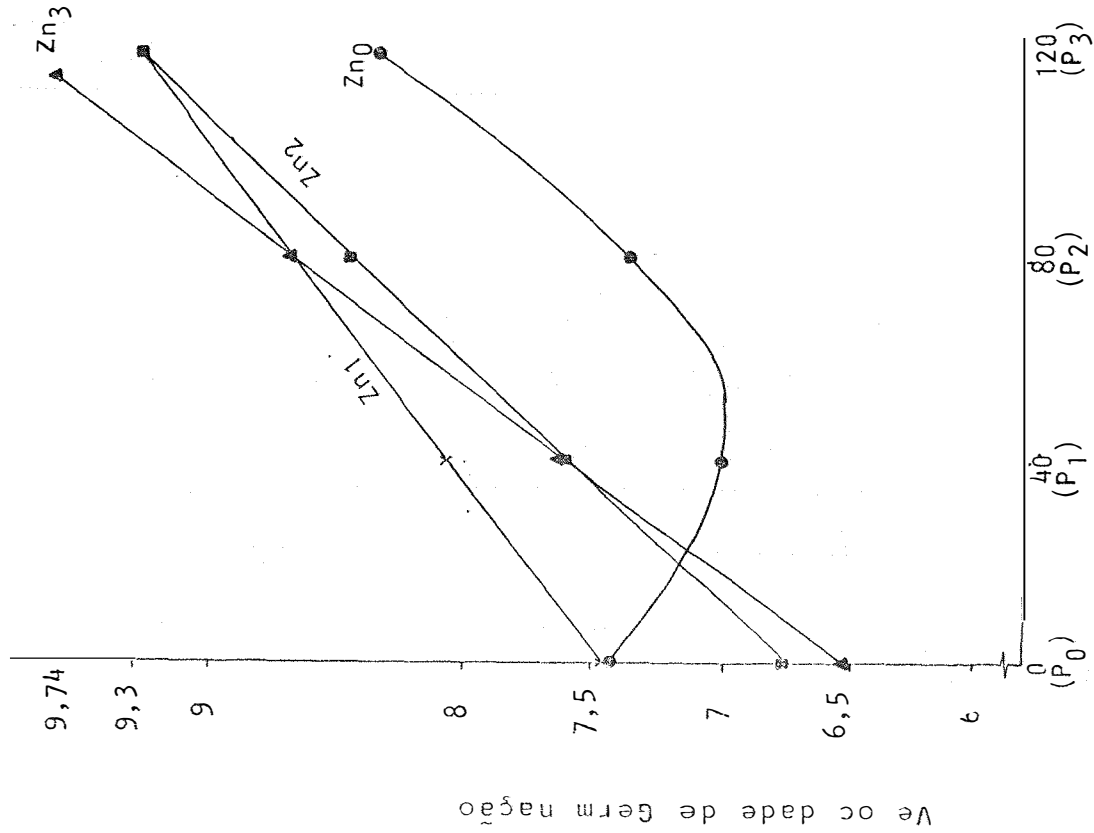


FIGURA 7a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo dentro dos níveis de zinco sobre a VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO de sementes de sorgo granífero.

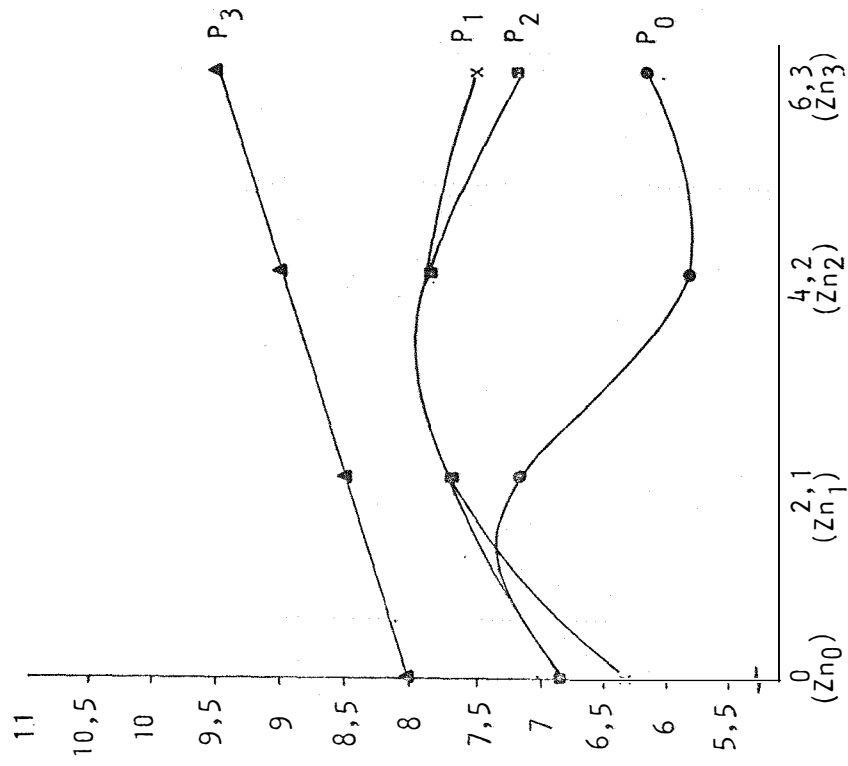


FIGURA 7b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo sobre a VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO de sementes de sorgo granífero.

TABELA 11. Valores médios de velocidade de germinação de sementes de sorgo granífero.

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	7,43	7,56	6,18	6,58	6,94
40	6,97	7,97	8,53	7,96	7,86
80	7,64	8,48	8,32	7,81	8,06
120	8,31	9,43	9,04	10,20	9,24
Média	7,59	8,36	8,02	8,14	

Na Figura 7a, onde são observados os efeitos da utilização de fósforo dentro dos níveis de zinco estudados, constata-se um incremento linear na velocidade de germinação em função de doses crescentes de P₂O₅, quando empregadas de forma conjunta aos níveis 1, 2 e 3 de zinco, sendo o máximo obtido relacionado aos níveis mais elevados de fósforo (120 kg de P₂O₅/ha) e zinco (6,3 kg de Zn/ha). Na ausência de zinco (Zn₀), doses de fósforo entre 40 a 60 kg de P₂O₅/ha propiciaram uma redução na velocidade de germinação, ao passo que o emprego de doses superiores às mencionadas resultaram na elevação dos valores obtidos para o parâmetro em estudo.

Os efeitos da aplicação de zinco dentro dos níveis de fósforo, são constatados nas curvas apresentadas na Figura 7b, onde para a ausência de fósforo (P_0), doses de zinco inferiores a 2,1 kg de Zn/ha propiciaram a obtenção da velocidade de germinação das sementes de sorgo em níveis elevados, quando comparados com o uso de níveis mais acentuados desse micronutriente. Nos níveis 1 e 2 de fósforo, o emprego de doses de zinco entre 2,1 e 4,2 kg de Zn/ha proporcionou a elevação dos valores relativos à velocidade de germinação. Contudo, os maiores valores obtidos foram relacionados ao nível mais elevado de P_2O_5 utilizado (120 kg de P_2O_5/ha), aliado a doses crescentes de zinco, mediante comportamento linear.

De forma geral, como observado para o teste de germinação, determinadas proporções, detectadas entre os nutrientes aplicados, propiciaram os melhores valores médios obtidos.

4.2.4. Teste do cloreto de amônio

Os dados médios de porcentagem de germinação relativos ao teste de cloreto de amônio são apresentados na Tabela 12.

TABELA 12. Valores médios relativos ao teste de cloreto de amônio para sementes de sorgo granífero (% de germinação).

P ₂ O ₅ (kg/ha)	Zn (kg/ha)				Média
	0	2,1	4,2	6,3	
0	78	75	67	76	74
40	67	75	75	75	73
80	73	71	75	73	73
120	74	76	76	79	76
Média	73	74	73	76	

A análise da variância evidenciou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para a influência da interação P-Zn, conforme valores de F constatados na Tabela 8.

As representações gráficas relacionadas aos efeitos significativos determinados pela análise de regressão polinomial dos dados obtidos, são apresentadas nas figuras 8a e 8b.

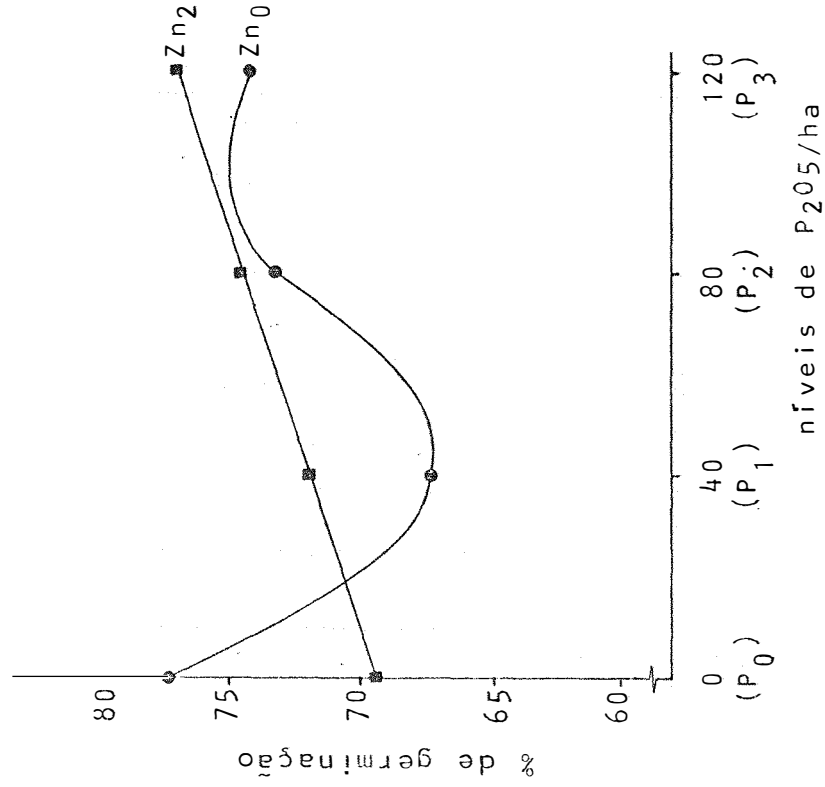


FIGURA 8a. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de fósforo dentro dos níveis de zinco constatados no TESTE DE CLORETO DE AMÔNIO de sementes de sorgo granífero.

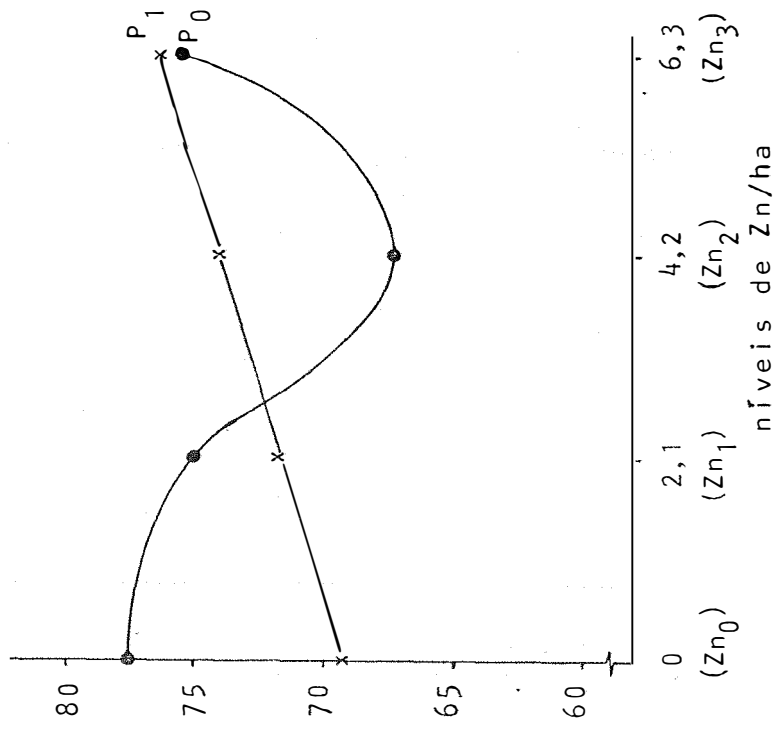


FIGURA 8b. Representação gráfica dos efeitos significativos dos níveis de zinco dentro dos níveis de fósforo constatados no TESTE DE CLORETO DE AMÔNIO de sementes de sorgo granífero.

Na Figura 8a são evidenciadas as curvas dos efeitos do fósforo dentro dos níveis de zinco estudados. Assim, na ausência de zinco (Zn_0), a utilização de doses de fósforo próximas a 40 kg de P_2O_5 /ha resultaram a obtenção de baixas porcentagens de germinação. Pela mesma curva, a elevação dos valores obtidos foram proporcionados para o emprego de doses de fósforo ao redor de 100 kg de P_2O_5 /ha, ficando, contudo, abaixo do tratamento testemunha. Ainda, evidenciou-se um incremento linear dos valores observados, em função do emprego de doses crescentes de fósforo, dentro do nível 2 de zinco. Para os níveis de 1 e 3 de zinco, não foram detectadas diferenças significativas através das respectivas análises de regressão polinomial.

A influência de zinco dentro dos níveis de fósforo é constatada na Figura 8b, onde para a ausência de fósforo (P_0), as maiores porcentagens de germinação foram obtidas pelo emprego de doses aproximadas de zinco até 1,5 kg de Zn/ha, ao passo que doses superiores à mencionada promoveram reduções consideráveis nos valores obtidos. Para o nível 1 de fósforo (P_1), a utilização de doses crescentes de zinco proporcionou um incremento linear nos resultados observados, apesar do valor máximo evidenciado nesta curva ser bem próximo à porcentagem de germinação obtida pelo tratamento testemunha. A análise de regressão polinomial relativa aos

.64.

efeitos do zinco dentro dos níveis de fósforo, não evidenciou diferenças significativas concernentes aos níveis 2 e 3 de fósforo dentro do intervalo de estudo.

TABELA 13. Equações representativas dos efeitos significativos referentes aos parâmetros avaliados no campo.

Parâmetros	Efeito	Equação
População final de plantas (nº de pl/7 m ²)	P	$y = 50,8875 + 0,055x$
Florescimento (dias após semeadura)	P d. Zn ₀	$y = 74,275 - 0,1087x + 0,0009375x^2$
	P d. Zn ₁	$y = 78,275 - 0,1119x$
	P d. Zn ₂	$y = 69,9625 + 0,2522x - 0,002617x^2$
	P d. Zn ₃	$y = 74,625 - 0,04062x$
	Zn d. P ₀	$y = 74,0 + 1,7583x - 0,175x^2 + 0,003917x^3$
	Zn d. P ₃	$y = 74,975 - 1,5775x + 0,04625x^2$
Produção de panículas (gramas)	P d. Zn ₀	$y = 1,939,8587 + 18,7839x$
	P d. Zn ₁	$y = 1974,5476 + 28,3875x$
	P d. Zn ₂	$y = 2353,9827 + 25,4753x$
	P d. Zn ₃	$y = 3022,0677 + 19,0287x$
	Zn d. P ₀	$y = 1522,4150 + 44,2052x$
	Zn d. P ₁	$y = 3290,0020 + 17,8311x$
Produção de grãos (gramas)	Zn d. P ₂	$y = 3244,2625 + 45,8015x$
	Zn d. P ₃	$y = 4133,8779 + 360,9727x - 24,7098x^2 + 0,4685x^3$
	P d. Zn ₀	$y = 941,027 + 14,3484x$
	P d. Zn ₁	$y = 968,1793 + 17,6467x$
	P d. Zn ₂	$y = 1211,5118 + 15,1779x$
	P d. Zn ₃	$y = 1840,5221 + 9,2809x$
	Zn d. P ₀	$y = 718,604 + 30,4211x$
	Zn d. P ₁	$y = 1725,6642 + 16,2x$
	Zn d. P ₂	$y = 1869,3457 + 24,5717x$
	Zn d. P ₃	$y = 2654,0224 + 176,3411x - 13,2070x^2 + 0,2545x^3$

onde: $0 \leq x \leq 120$ kg de P₂O₅/ha

, $0 \leq x \leq 6,3$ kg de P₂O₅/ha

TABELA 14. Equações representativas dos efeitos significativos referentes aos parâmetros avaliados em laboratório.

Peso de mil sementes (gramas)	P	$y = 29,3969 + 0,08476x$
	Zn	$y = 33,8181 + 0,04431x$
Teste de germinação (% de germinação)	P d. Zn ₀	$y = 88,1375 - 0,1403x + 0,001289x^2$
	P d. Zn ₁	$y = 88,9875 - 0,1097x + 0,001055x^2$
	P d. Zn ₂	$y = 80,4875 + 0,2403x - 0,001289x^2$
	P d. Zn ₃	$y = 85,025 + 0,05375x$
Zn d. P ₀	$y = 88,25 + 1,225x - 0,1537x^2 + 0,003625x^3$	
	Zn d. P ₁	$y = 84,85 + 0,16x$
Velocidade de germinação	P d. Zn ₀	$y = 7,416 - 0,01819x + 0,0002148x^2$
	P d. Zn ₁	$y = 7,4455 + 0,01529x$
	P d. Zn ₂	$y = 6,7645 + 0,02089x$
	P d. Zn ₃	$y = 6,5312 + 0,02675x$
	Zn d. P ₀	$y = 7,435 + 0,1973x - 0,02392x^2 + 0,0005467x^3$
	Zn d. P ₁	$y = 6,9412 + 0,1527x - 0,003925x^2$
	Zn d. P ₂	$y = 7,4375 + 0,1311x - 0,004012x^2$
	Zn d. P ₃	$y = 8,4522 + 0,05285x$
Teste do cloreto de amônio (% de germinação)	P d. Zn ₀	$y = 77,5 - 0,6364x + 0,0117x^2 - 0,00005534x^3$
	P d. Zn ₂	$y = 69,425 + 0,06375x$
	Zn d. P ₀	$y = 77,5 + 0,7208x - 0,1325x^2 - 0,003542x^3$
	Zn d. P ₁	$y = 69,425 + 0,23x$

onde: $0 \leq x \leq 120$ kg de P₂O₅/ha
 $0 \leq x \leq 6,3$ kg de Zn/ha

5. DISCUSSÃO

A presente discussão será efetuada mediante o agrupamento de alguns parâmetros afins.

5.1. População final de plantas

Através da análise de variância, não foram detectados diferenças significativas entre os tratamentos, apesar de ser evidenciado um número de plantas bastante variável e inferior ao esperado. Tal fato levou à realização da análise de covariância para os resultados relativos aos parâmetros dependentes da população de plantas, objetivando a anulação de eventuais efeitos concernentes à variabilidade de plantas constatada no experimento.

Ressalte-se que o número de plantas de sorgo

foi baixo desde o levantamento da população inicial, apesar dos cuidados dispensados na semeadura.

Todavia, analisando-se as tabelas referentes aos dados meteorológicos ocorridos no período experimental (anexo), verifica-se que, a partir do dia 28 de novembro, portanto dois dias após a instalação do ensaio, teve início um extenso período chuvoso, representado por precipitações intensas e freqüentes que se prolongou até o dia 13 de dezembro. As chuvas ocorridas durante a primeira semana após a semeadura somaram 99,6 mm, que aliadas ao tipo de solo utilizado, promoveram o assoreamento parcial de sulcos, bem como o descobrimento e arrastamento de sementes, culminando no número de plantas inferior ao estipulado.

Porém, apesar dos problemas mencionados, a análise de regressão polinomial dos resultados obtidos mostrou diferenças significativas, para o efeito simples de fósforo. Através da representação gráfica de tal influência constata-se que a adição de doses crescentes de P_2O_5 , mediante comportamento linear, proporcionou a elevação da sobrevivência de plantas, comprovando a importância do fósforo para o pleno estabelecimento da cultura no campo, principalmente por estimular o desenvolvimento radicular.

5.2. Altura de plantas e florescimento

A análise da covariância dos dados relativos à altura das plantas revelou diferenças significativas para a aplicação de zinco, apesar do coeficiente de variação ter sido elevado, fato este bastante comum em avaliações dessa natureza.

Tal constatação já era esperada, face à participação do zinco no crescimento vegetal, devido ao seu importante papel na síntese do ácido-Indol-acético, conforme relatado por MALAVOLTA (1980).

Os maiores valores médios relativos à altura de plantas foram obtidos com a adição da dose de zinco correspondente a 2,1 kg de Zn/ha, independentemente dos níveis de fósforo empregados (conforme apontado na Tabela 4), embora tais valores não tenham atingido a altura relatada pela Contibrasil para o cultivar empregado, ou seja, 1350 mm.

Quando tais resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial, o efeito não foi confirmado. Isto pode ser explicado comparando-se o valor de F obtido pela análise de covariância, com o valor de F da Tabela correspondente, onde se pode comprovar sua acentuada proximidade ao limite de significância. Situações semelhantes, são relatadas e devidamente

te explicadas por PIMENTEL GOMES (1976).

De acordo com os resultados apresentados para o florescimento de forma global, a ausência de fósforo, independentemente dos níveis de zinco considerados, retardou o florescimento para períodos superiores a 70 dias. Por outro lado, doses elevadas de fósforo e superiores a 100 kg de P_2O_5 /ha, aliadas à presença de zinco proporcionaram relativa antecipação do período citado. Porém, tais valores sempre estiveram acima daquele mencionado pela Contibrasil para o cultivar utilizado (56 dias para o florescimento).

A adição de 2,1 kg de Zn/ha, na ausência de fósforo, propiciou o maior retardamento observado para o florescimento. Todavia, não se pode definir a importância isolada do fósforo no processo, visto que resultados semelhantes foram obtidos pela adição do fósforo na ausência de zinco.

Os efeitos marcantes da interação são comprovados na Figura 2b, onde apenas a ausência (P_0) e o nível mais elevado de fósforo (P_3) influenciaram significativamente nos resultados proporcionados pelos níveis de zinco para o florescimento.

A maior antecipação do período para florescimento foi obtido pela combinação de 120 kg de P_2O_5 e doses de zinco entre 2,1 e 4,2 kg de Zn/ha, o qual reduziu o período

do para florescimento em aproximadamente 63 dias.

Tanto os maiores valores médios observados para a altura de plantas, como para o florescimento estiveram acima daqueles definidos para o cultivar utilizado e relatado pela Contibrasil. Essa constatação já era esperada, pois, conforme apresentado no folheto promocional do cultivar, tais valores se referem a condições ótimas de clima e solo, o que demonstra que a rusticidade apregoada ao sorgo deve ser analisada de forma comparativa a outras culturas e nunca de forma isolada ou absoluta.

5.3. Produção de panículas e de grãos

Os resultados obtidos para a produção de panículas e de grãos apresentaram basicamente a mesma tendência, diferindo apenas em pequenos detalhes.

Esses resultados evidenciados na Tabela 5, comprovam a efetiva participação do fósforo na definição da produção. Constatações semelhantes foram encontradas por CICERO (1979), ANDREOLI (1979) e OLIVEIRA *et alii* (1980).

Os valores médios de produção de grãos obtidos evidenciam um incremento linear em função da aplicação de doses crescentes de fósforo, sendo que, para o nível mais

elevado desse nutriente, a simples presença de zinco promoveu maior aumento na produção. Tal fato pôde também ser comprovado pela avaliação dos coeficientes angulares apontados pelas equações respectivas. Assim, o maior coeficiente angular encontrado foi aquele relativo aos efeitos de fósforo dentro de Zn_1 (17,65), quando comparado aos demais, ou seja, $Pd.Zn_0$ (14,35); $Pd.Zn_2$ (15,18) e $Pd.Zn_3$ (9,28). Influência favorável da presença do zinco na produção foi também encontrada por VAHL *et alii* (1978), PEREIRA *et alii* (1978), SOUZA *et alii* (1980), DECARO *et alii* (1981) e ZANINI e BUZETTI (1984).

Para a produção de panículas, também o maior coeficiente angular determinado foi correspondente aos efeitos do fósforo dentro de Zn_1 (28,39), contudo os efeitos do Pd. de Zn_0 avaliados em função do valor do coeficiente angular obtido (18,78) não esteve tão próximo ao efeito principal como no caso da produção de grãos.

A influência dos níveis de zinco, no entanto, pôde ser considerada dependente da presença do fósforo, cujo maior efeito na produção é notado dentro de níveis elevados de P_2O_5 empregados.

Os resultados obtidos evidenciaram respostas bastante satisfatórias do sorgo granífero à adubação fosfatada e à adição de zinco. Tal fato já era aguardado, em virtude

de do tipo de solo utilizado, pois mediante a observação dos resultados de sua análise química ($PO_4^{--} = 0,10$ emg/100 g de terra e $Zn = 1$ ppm), comprova-se sua baixa fertilidade e a necessidade da adição de fósforo e zinco. PEREIRA *et alii* (1978) encontraram resposta favorável à aplicação de sulfato de zinco em solo apresentando 2 ppm de Zn.

Os maiores valores médios de produção obtidos no experimento, estiveram abaixo do potencial de produção do cultivar utilizado, porém definido pela Contibrasil para condições adequadas de clima e solo. No entanto, em termos ab-solutos, a produção relativa aos níveis mais elevados de Zn e principalmente P_2O_5 empregados, foi bem maior que aquela observada no tratamento testemunha, demonstrando a necessida-de do uso racional de programas de adubação, objetivando rendimentos satisfatórios. Ainda, observa-se pela Tabela 13 que as respostas para panículas e grãos foram lineares, exceto dentro de P_3 , que foi cúbica. Logo, pode-se esperar ain-da maiores produções com doses mais elevadas de P_2O_5 .

5.4. Qualidade de sementes

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes produzidas, foram utilizados o peso de mil sementes e o teste padrão de germinação, além dos dois testes de vi-gor, a saber, o teste de cloreto de amônio e a velocidade de germinação. Ressalte-se que a escolha dos testes de vigor

foi fundamentada em resultados obtidos por importantes trabalhos desenvolvidos com sementes de sorgo. Assim, a velocidade de germinação, conforme CAMARGO (1971); SOUZA e MARCOS FILHO (1975) e ZANINI (1982) e o teste de cloreto de amônio, segundo VANDERLIP (1974); SOUZA e MARCOS FILHO (1975); YAYOCK (1975) e ZANINI (1982), são aqueles que, dentre outros utilizados, mais criteriosamente avaliam o vigor em sementes de sorgo.

Para o peso de mil sementes foram constatadas apenas diferenças significativas para a aplicação de fósforo e de zinco, embora os efeitos do primeiro tenham sido muito mais marcantes. A efetiva contribuição do fósforo no peso das sementes foi também destacada nos trabalhos desenvolvidos por NAKAGAWA (1973), CICERO (1979) e VIEIRA (1980).

Dentro do intervalo de estudo, doses crescentes de fósforo proporcionaram um incremento linear no peso das sementes de sorgo, o mesmo acontecendo para a adição de zinco, porém em menor intensidade.

Esses efeitos podem ser comprovados pela comparação dos coeficientes angulares de suas respectivas equações. Assim, para os efeitos de fósforo no peso das sementes, o valor do referido coeficiente foi de 0,085, ao passo que para a influência do zinco tal valor foi de 0,044.

Essas evidências podem ser consideradas suficientes para aventar a hipótese da pequena participação do

zinco na determinação do peso das sementes, não sendo, contudo, possível seu alijamento do processo. Isto vem corroborar os resultados obtidos por WETZEL e LOBATO (1981b), com sementes de milho.

Com relação ao teste de germinação, pelos resultados apresentados, de um modo geral, doses crescentes de fósforo propiciaram a obtenção de maiores porcentagens de germinação. Todavia, a influência da interação dos nutrientes foi notória, visto que a média dos resultados referentes ao emprego do fósforo na ausência de zinco, foi bem próxima àquela relativa aos resultados proporcionados pelo emprego do zinco na ausência de fósforo.

Doses baixas de zinco, na ausência de fósforo, promoveram porcentagem de germinação satisfatória: contudo, tais doses aliadas à presença de fósforo em níveis mais elevados não se mostraram tão eficientes.

Em trabalhos publicados em 1980, Primavesi fez referência ao fato, ratificando a necessidade da ocorrência de proporções específicas e equilibradas de nutrientes no solo, para o pleno desempenho de suas funções na planta. Pela análise das figuras 6a e 6b, verifica-se que os maiores valores médios obtidos para doses elevadas de fósforo estiveram aliadas a níveis elevados de zinco, ao passo que doses elevadas de zinco, na presença de baixos níveis de fósforo,

promoveram a redução dos valores relativos às porcentagens de germinação observadas. Portanto, plantas bem nutridas e submetidas a adubações equilibradas poderão produzir sementes de melhor qualidade fisiológica principalmente representada pela garantia de maior germinação.

Tal fato também foi mostrado de forma mais nítida pelo teste de velocidade de germinação, que evidenciou sensibilidade satisfatória na avaliação do vigor das sementes de sorgo, tal qual relatado por CAMARGO (1971), não se podendo afirmar o mesmo para o teste de cloreto de amônio.

A relevante participação do fósforo na velocidade de germinação e, conseqüentemente no vigor, é explicada pela sua influência na formação do embrião e órgãos de reserva das sementes, conforme destacado por MALAVOLTA (1967), CARVALHO (1970) e CARVALHO e NAKAGAWA (1983).

Ainda, conforme discutido para o teste de germinação, também é evidenciada a maximização dos efeitos da aplicação desses nutrientes no vigor, através da ocorrência de proporções definidas entre os níveis de fósforo e zinco empregados. Assim, os maiores valores médios observados para doses baixas de fósforo ocorreram com a adição de doses baixas de zinco. Também, de forma geral, os níveis mais elevados de fósforo aliados a níveis mais altos de zinco, concor-

reram para a obtenção de acentuados valores médios de velocidade de germinação. Qualquer alteração dessas proporções, dentro de uma tendência geral, promoveram a redução dos valores médios absolutos observados, conforme constatado principalmente na Figura 7b. Fato semelhante foi relatado também por FOX e ALBRECHT (1957).

Portanto, os resultados mostraram para a produção de panículas e de grãos que, com a adição de zinco, doses crescentes de fósforo proporcionaram a obtenção de resultados satisfatórios, ao passo que, para a qualidade fisiológica das sementes, os melhores resultados estiveram relacionados à proporcionalidade do emprego desses nutrientes.

6. CONCLUSÕES

Para as condições edafoclimáticas do experimento, os resultados obtidos e analisados permitem concluir que:

- a. O uso de doses crescentes de fósforo, dentro do intervalo de zero a 120 kg de P_2O_5 por hectare, proporciona um incremento linear na população de plantas de sorgo.
- b. Com a adição de zinco, doses crescentes de fósforo, dentro do intervalo de zero a 120 kg de P_2O_5 por hectare, reduziu o período para o florescimento.
- c. Dentro dos limites de zero a 120 kg de P_2O_5 por hectare, a produção de panículas e de grãos é determinada pela disponibilidade crescente de fósforo; contudo, com a adição

de zinco, evidenciam-se produtividades mais elevadas.

- d. Independentemente, doses de fósforo, entre zero e 120 kg de P_2O_5 por hectare e doses de zinco entre zero e 6,3 kg de Zn por hectare, promoveram um aumento linear no peso de mil sementes; todavia, maior incremento no peso de mil sementes é obtido com a adição de fósforo.
- e. Para melhor qualidade fisiológica das sementes de sorgo, a adição de fósforo e zinco no solo deve ser efetuada em proporções específicas e equilibradas.

7. LITERATURA CITADA

ABDULAHÍ, A., 1968. Seed vigor measurements and their use in predicting field establishment of grain sorghum. Kansas, Sta. Univ., 60 p. (M.S. Thesis).

ANDREOLI, C., 1979. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção e qualidade de semente de milho doce. In: I Congresso Brasileiro de Sementes, Resumo dos Trabalhos Técnicos. Curitiba, ABRATES, p. 26.

ANDREOLI, C. e R.R. FONTES, 1980. Influência de N e P na produção e qualidade de semente de milho doce. In: XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Coletânea de Resumos, Londrina, Fund. IAPAR, p. 119.

ARNON, J., 1975. Mineral nutrition of maize. Bern, International Potash Institute, 452 p.

- AUSTIN, R.B., 1972. Effects of environment before harvesting on viability. In: ROBERTS, E.H., Coord. Viability of seeds. Britain, Syracuse University Press, p. 114-149.
- AZEREDO, M.W.C., L.A. FONTES e A.A. CARDOSO, 1975. Influência de épocas de plantio e de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção de grãos e algumas características do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. Experientiae, Viçosa, 2(12): 313-329.
- BOAWN, L.C. e G.E. LEGGET, 1964. Phosphorus and zinc concentrations in Russet Burbank potato tissue in relation to development of zinc deficiency Symptoms. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 28: 229-232.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudas, 1976. Regras para Análise de Sementes. Brasília, 188 p.
- BUZZETTI, S., M.E. de SÁ, S. MORELO e N.D. DEZIDÉRIO, 1982. Efeito de micronutrientes na cultura do feijoeiro cv. Carioca. In: Anais da I Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, p. 173.
- BYRD, N.W. e J.C. DELOUCHE, 1971. Deterioration of soybean seed in storage. Proc. Assoc. Off Seed Anal. Oklahoma City, 61: 41-57.

- CAMARGO, P.N., 1970. Princípios de Nutrição Foliar. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 118 p.
- CAMARGO, C.P., 1971. Effect of seed vigor upon seed performance and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L., Moench) Mississipy Sta. Univ., 61 p. (M.S. Thesis).
- CARVALHO, N.M. e J. NAKAGAWA, 1983. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 2^a ed. Campinas, Fundação Cargill. 429 p.
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTO, 1974. Avaliação da fertilidade do solo - Métodos de Análises. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 61 p.
- CAVALCANTE, J.I.V. e J.F. SILVEIRA, 1979. Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação de sementes de arroz. In: I Congresso Brasileiro de Sementes, Resumo dos Trabalhos Técnicos, Curitiba, ABRATES, p. 109.
- CICERO, S.M., 1979. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção e a qualidade das sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 85 p. (Tese de Doutorado).

- COUTINHO, E.L.M., M.L. NEPTUNE, E.C.A. SOUZA e D.A. BANZATTO, 1984. Diagnose da nutrição fosfatada na cultura do sorgo sacarino. In: XV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Resumo dos Trabalhos, Maceió, EMBRAPA/EPEAL, p. 98.
- DECARO, S.J., G.C. VITTI, D. FORNASIERI e W.J. MELO, 1981. Efeito de doses e fontes de zinco na cultura do milho (*Zea mays* L.). In: Anais do I Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias, Piracicaba, ESALQ/USP, p. 65.
- DEOSTHALE, Y.G., V. NAGARAJAN e K. VISWESWAR RAO, 1972. Some factors influencing the nutrient composition of sorghum grain. Indian J. Agric. Sci. Pantnagar, 42(2): 100-108.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo, 1982. Recomendações para o cultivo do sorgo. 2^a ed. Sete Lagoas, 62 p. (Circ. Técnica, 1).
- FASSBENDER, H.W., 1984. Química de Suelos: con énfasis en suelos de América Latina. 4^a ed. San Jose, I.I.C.A. 398 p. (Series de libros y materiales educativos, 24).
- FOX, R.L. e W.A. ALBRECHT, 1957. Soil fertility and quality of seeds. Res. Bull. Agric. Exp. Sta., Columbus, nº 619. 12 p.

- LANGING, E.J., R.C. WARD, R.A. OLSON e H.F. RHOADES, 1962. Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization: II. Lime and P placement effects on P-Zn relations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 26(6): 574-578.
- LINDSAY, W.L. e S.D. ROMSDAL, 1965. Zinc and excessive phosphate fertilizer. Crop and Soil. The Hague, 18(1): 10-11.
- LUCAS, R.E. e B.D. KNEZEK, 1972. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: MORTVEDT, J.J., P.M. GIORDANO e W.L. LINDSAY, coord. Madison, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Inc. p. 265-288.
- MAGUIRRE, J.D., 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci., Madison, 2(2): 176-177.
- MALAVOLTA, E., 1967. Manual de Química Agrícola: Adubos e adubação. 2^a ed. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 606 p.
- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 528 p.
- MALAVOLTA, E., 1980. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 251 p.

- MARCOS FILHO, J., S.M. CICERO e F.F. TOLEDO, 1983. Manual de Análises de Sementes. 3.^a ed. Piracicaba, DAH/ESALQ/USP. 112 p.
- NAKAGAWA, J., 1973. Estudos sobre os efeitos de algumas doses de adubo fosfatado na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Botucatu. Fac. Cienc. Med. Biol., 123 p. (Tese de Doutorado).
- NIJHOFF, M. e W. JUNK, 1985. Micronutrients in tropical foods. Fertilizers Research. Neetherlands, 7: 108-147.
- OLIVEIRA, I.P. de, J. KLUTHCOUSKI e J.R.P. de CARVALHO, 1980. Efeitos de macro e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Latossolo Vermelho Escuro. In: Anais da I Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia, EMBRAPA/CNPAP, p. 214.
- OLSEN, S.R., 1972. Micronutrient Interactions. In: MORTVEDT, J.J., P.M. GIORDANO e W.L. LINDSAY, Coord. Micronutrients in agriculture. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., Inc., p. 243-261.

- PEREIRA, J., I.F. VIEIRA, E.A. MORAES e A.S. REGO, 1973. Níveis de sulfato de zinco em milho (*Zea mays* L.) em solos de campos cerrados. Pesq. Agropec. Brasil, Ser. Agron. Brasília, 8(7): 187-191.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6.^a ed. São Paulo ESALQ/USP, Editora Livraria Nobel, 430 p.
- PONTE, A.M. da, R.T. TANAKA, O.P. de MORAIS, J.A.B. CASTILLO, P.T.G. GUIMARAES e F.M. FREIRE, 1979. Interação entre calcário, fósforo e zinco na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) em um solo sob vegetação de cerrado. Belo Horizonte, EPAMIG. 9 p.
- POPINIGIS, F., 1985. Fisiologia da semente. 2.^a ed. Brasília, AGIPLAN, 289 p.
- PRIMAVESI, A., 1980. Manejo ecológico do solo - A agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Editora Livraria Nobel. 541 p.
- RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos, ESALQ/USP, Piracicaba, 95 p. (Mimeografado).

- ROVIRA, L.A., A. R. BELLO e J.J. ROJAZ, 1972. Fertilization y efecto residual sobre los rendimientos em sorgo granero (*Sorghum vulgare* Pers.) en suelos de la sêrie Maracay. Agron. Tropical. Maracai, 22(5): 555-561.
- SOUZA, F.H.D. e J. MARCOS FILHO, 1975. Estudo comparativo de métodos para avaliação do vigor de sementes de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 32: 369-383.
- SOUZA, E.A., J. MARDEGAN FILHO, J.G. BAUMGARTNER e L.A. LIMA, 1980. Respostas do milho (*Zea mays*, L. Híbrido 7974) à adubação com fósforo e zinco. In: XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, Coletânea de Resumos, Londrina, Fund. IAPAR, p. 121.
- TAVARES, F.C.A., 1972. Componentes de produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP 106 p. (Tese de Doutorado).
- TOLEDO, F.F. e J. MARCOS FILHO, 1977. Manual de Sementes : tecnologia da produção. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres 224 p.
- TUCKER, B.B. e W.F. BENNETT, 1968. Fertilizer use on grain sorghum. In: NELSON, L.B., Coord. Changing patterns in fertilizer use. Madison, Soil Sci. Amer., Inc. 189-220.

TURKIEWICZ, L., 1976. Efeito da colagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, ESALQ/USP, 85 p. (Dissertação de Mestrado).

VAHL, L.C., A.S. GOMES e R.C. BOTELHO, 1978. Influência do Ca + Mg, Zn e P sobre o rendimento e outras características da cultura do arroz irrigado. Agros. Pelotas, 13(2-3): 65-75.

VANDERLIP, R.L., F.E. MOCKEL e L.HALIMAN, 1973. Evaluation of vigour tests for sorghum seeds. Agron. J. Madison, 65(3): 468-488.

VANDERLIP, R.L., 1974. Corn and sorghum vigor tests. Proceedings of the twenty-ninth annual corn and sorghum Research Conference. American seed Trade Association (ASTA). Washington, p. 40-46.

VIEIRA, R.F., J. KLUTHCOUSKI, J.R. FONSECA e R.P. CARVALHO, 1980. Efeito do superfosfato simples e do calcário sobre o comportamento de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) - In: Anais da I Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, p. 203.

- VILLACHICA, H., 1973. Respuesta del sorgo al encalado y fertilization: II. Concentración de cálcio, magnésio e microelementos. Fitotec. Lat. Amer. La Molina, 9(1): 74-81.
- WALL, J.S. e W.M. ROSS, 1975. Producción y uso del sorgo. Buenos Aires, Editorial Hemisfério Sur. 399 p.
- WARD, R.C., E.J. LANGIN, R.A. OLSON e D.D. STUKENHOLTZ, 1963. Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization: III. Effects of soil compaction, moisture level and other properties on P-Zn relations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 27: 326-330.
- WETZEL, M., F. POPINIGIS, C.P. CAMARGO e E. LOBATO, 1979. Efeito da adubação em solos de cerrado sobre a qualidade da semente de milho - I. Fósforo. In: I Congresso Brasileiro de Sementes, Resumo dos Trabalhos Técnicos. Curitiba. ABRATES, p. 23.
- WETZEL, M.M.V. da S. e E. LOBATO, 1981a. Efeito da adubação em solos do cerrado sobre a qualidade da semente de soja. I. Zinco. In: II Congresso Brasileiro de Sementes. Resumos dos Trabalhos Técnicos. Recife, ABRATES, p. 53.

- WETZEL, M.M. da S. e E. LOBATO, 1981b. Efeito da adubação em solos de cerrado sobre a qualidade da semente de milho: II. Zinco. II Congresso Brasileiro de Sementes, Resumo dos Trabalhos Técnicos. Recife, ABRATES, p. 54.
- YAYOCK, J.V., J. JAN e R.L. VANDERLIP, 1975. Temperature, time and NH_4Cl concentration in vigour testing of sorghum seed. Agron. J., Madison, 67(2): 241-242.
- ZANINI, J.R., 1982. Influência da maturação fisiológica na produção de sementes e no rendimento industrial da planta de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Piracicaba, ESALQ/USP. 93 p. (Dissertação de Mestrado).
- ZANINI, J.R. e S. BUZETTI, 1984. Efeito da aplicação de micronutrientes em dois híbridos de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.)), cultivados em um solo de cerrado. In: XV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Resumo dos Trabalhos, Maceió, EMBRAPA/EPEAL, p. 105.

A N E X O S

1 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (novembro 1980).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	10,5	0,0	69,8	25,0	11,0	17,23
2	9,0	0,0	79,2	27,0	14,0	19,73
3	7,8	0,0	80,6	29,0	15,0	21,46
4	9,4	0,0	81,7	30,5	16,5	22,29
5	5,4	12,8	87,5	29,0	18,0	22,27
6	9,3	4,0	65,7	31,0	18,0	25,29
7	2,7	18,8	95,1	27,5	17,5	20,92
8	3,2	9,7	94,2	26,0	19,0	21,29
9	4,0	1,3	91,7	27,5	19,0	22,86
10	0,0	4,2	99,0	23,5	18,0	20,79
11	2,4	0,2	96,3	24,0	15,0	19,40
12	9,4	0,0	85,2	23,5	13,5	18,50
13	9,3	0,0	83,2	24,5	13,0	18,21
14	10,2	0,0	85,6	26,5	12,5	18,96
15	11,1	0,0	70,0	27,5	13,0	20,04
16	11,0	0,0	62,7	29,0	15,5	22,17
17	11,0	0,0	58,3	27,0	15,0	20,56
18	10,0	0,0	76,2	29,5	16,0	21,63
19	2,0	7,2	95,5	27,0	18,0	20,48
20	10,1	0,1	80,8	29,0	17,0	23,38
21	10,5	0,0	70,0	32,0	17,0	23,98
22	6,5	6,1	84,8	31,5	18,5	23,94
23	0,2	1,7	94,2	25,5	19,0	21,75
24	4,0	1,1	95,9	25,5	14,5	19,85
25	9,0	0,0	86,3	28,0	14,5	20,71
26	8,4	0,0	80,4	28,0	13,0	20,65
27	10,8	0,0	79,1	29,5	15,0	21,00
28	7,3	18,0	89,3	30,0	17,0	20,88
29	2,5	39,0	95,3	24,5	17,0	19,42
30	0,1	21,0	100,0	24,0	18,0	19,54

2 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (dezembro 1980).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	0,2	15,0	100,0	24,5	18,5	20,4
2	1,2	3,2	99,4	26,5	18,5	21,2
3	8,0	3,0	100,0	27,5	18,5	22,0
4	6,0	0,4	99,2	27,5	18,0	21,8
5	5,7	19,7	98,8	27,0	17,5	20,9
6	9,0	0,0	94,8	29,5	18,5	23,6
7	6,1	10,2	97,7	28,0	16,5	21,0
8	11,1	0,0	96,3	28,5	17,5	22,9
9	9,7	0,2	92,3	29,0	17,0	22,5
10	9,7	0,0	88,3	30,5	20,0	24,8
11	5,4	9,9	93,5	30,0	18,5	22,8
12	3,1	11,4	97,8	27,0	19,5	21,5
13	0,6	27,9	100,0	25,5	20,0	21,8
14	10,0	0,0	92,1	29,5	19,0	24,3
15	10,9	0,0	84,5	29,0	18,1	23,0
16	11,8	0,0	74,2	30,0	19,2	24,6
17	11,4	0,0	77,7	31,1	20,9	25,5
18	10,1	0,0	83,7	27,5	17,9	23,4
19	10,2	0,0	79,5	29,1	19,7	24,4
20	6,1	17,6	87,5	28,5	18,1	23,2
21	10,4	17,5	50,0	30,1	17,5	23,9
22	2,2	0,7	97,9	25,8	17,1	20,8
23	8,7	-	92,7	28,9	18,1	20,6
24	3,0	3,0	96,0	28,6	18,0	21,2
25	2,0	7,3	93,4	27,1	17,3	20,3
26	5,3	0,4	90,6	27,5	18,8	21,2
27	2,5	0,2	96,8	27,7	19,1	22,3
28	4,6	4,2	92,8	28,8	19,0	23,1
29	4,3	33,3	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-

3 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (janeiro 1981).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	11,5	0,0	-	28,9	17,6	23,0
2	10,2	1,8	-	30,0	19,0	23,6
3	1,1	9,0	-	24,4	19,1	21,3
4	5,6	1,8	-	26,9	20,0	23,2
5	5,7	5,3	-	28,6	17,0	22,0
6	7,6	10,4	-	30,9	18,1	23,1
7	1,2	31,1	-	27,7	18,4	21,2
8	2,8	11,5	-	27,7	19,0	22,7
9	0,8	10,2	-	27,8	18,5	21,4
10	3,3	0,3	-	29,0	19,2	22,3
11	0,1	25,5	-	24,8	18,3	20,6
12	5,0	3,3	-	26,8	20,0	22,1
13	3,7	7,2	-	25,7	20,1	22,2
14	2,0	59,2	-	26,8	19,7	20,5
15	3,4	10,5	-	25,9	19,0	21,2
16	41,0	0,0	-	26,4	17,9	22,2
17	5,8	0,3	-	30,0	19,7	23,5
18	6,5	0,0	-	30,6	19,9	24,3
19	4,7	11,9	-	28,9	19,2	22,3
20	1,8	39,4	-	28,1	18,1	21,0
21	0,4	44,4	-	24,1	18,1	20,5
22	0,0	0,4	-	23,5	16,6	19,8
23	8,7	0,0	-	28,8	17,0	22,2
24	8,4	0,0	-	30,0	18,1	23,2
25	7,2	6,0	-	29,7	19,5	22,8
26	3,9	0,6	-	26,5	16,9	21,2
27	9,2	0,0	-	29,1	17,0	22,1
28	10,6	0,0	-	30,0	17,7	24,6
29	10,3	0,0	-	31,3	18,0	24,7
30	9,2	0,0	-	31,4	20,2	24,2
31	4,0	0,0	-	27,9	19,0	23,0

4 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (fevereiro 1981).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	10,8	0,0	-	30,2	19,9	25,1
2	8,1	0,0	-	33,4	20,0	26,7
3	6,5	2,3	-	32,8	20,0	26,4
4	9,2	38,0	-	32,4	20,0	26,2
5	4,5	2,4	-	34,2	20,8	27,5
6	9,7	0,0	-	31,9	19,1	25,5
7	5,6	0,0	-	31,9	20,1	26,0
8	5,1	5,4	-	31,4	17,7	24,6
9	9,4	0,0	-	31,6	18,4	25,0
10	8,4	0,0	-	32,3	19,8	26,1
11	8,1	0,2	-	31,6	19,6	25,6
12	9,7	2,6	-	30,8	20,9	25,9
13	9,9	1,1	-	32,4	20,6	26,5
14	9,9	3,2	-	33,0	20,4	26,7
15	9,9	0,0	-	35,0	18,8	26,9
16	8,8	0,0	-	32,9	18,4	25,7
17	10,5	0,0	-	34,1	19,3	26,7
18	8,6	0,0	-	32,2	18,4	25,3
19	8,3	3,3	-	34,1	18,3	26,3
20	5,6	8,2	-	33,8	17,8	25,8
21	2,6	0,1	-	31,7	17,5	24,6
22	6,7	4,4	-	29,6	17,7	23,7
23	9,1	0,0	-	30,9	18,3	24,6
24	7,8	0,0	-	32,3	17,6	25,0
25	3,3	0,0	-	32,6	18,5	25,6
26	3,2	0,0	-	30,3	18,0	24,2
27	9,7	0,0	-	31,4	16,8	29,1
28	10,5	0,0	-	33,0	17,9	25,5

5 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (março 1981).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	10,0	0,0	71,1	34,4	18,2	26,3
2	8,7	12,1	75,5	33,4	18,6	26,0
3	6,7	0,0	75,0	34,9	19,2	27,1
4	7,3	0,0	75,2	35,0	21,0	28,0
5	3,6	0,0	78,0	32,4	19,2	25,8
6	6,2	0,3	78,0	31,2	19,2	25,2
7	3,7	0,8	79,5	31,6	20,0	25,8
8	3,4	0,0	80,1	30,9	20,4	25,7
9	7,7	0,0	76,8	30,6	19,4	25,0
10	9,0	0,0	74,8	31,0	18,2	24,6
11	8,0	0,0	75,2	32,2	17,2	24,7
12	10,2	0,0	78,6	33,8	18,0	25,4
13	9,8	0,0	72,6	33,8	18,9	26,4
14	9,8	1,0	74,0	33,9	18,0	26,0
15	6,5	15,6	78,4	33,9	18,8	26,4
16	4,2	17,5	82,0	33,6	20,6	27,1
17	1,3	0,1	79,6	31,8	19,8	25,8
18	0,0	0,7	80,2	28,6	19,1	23,9
19	3,2	0,0	79,4	26,2	18,1	22,2
20	9,2	0,0	79,1	27,7	19,5	23,7
21	9,4	0,0	73,9	30,0	15,7	22,9
22	9,4	0,0	75,6	30,0	16,1	23,1
23	9,3	0,0	70,0	28,8	13,9	21,4
24	9,7	0,0	69,3	30,2	14,5	22,4
25	6,2	0,3	72,3	30,8	15,8	23,3
26	8,1	0,0	70,5	31,8	17,0	24,4
27	0,0	4,1	75,2	30,9	18,0	24,5
28	0,2	2,7	76,8	26,4	19,0	22,7
29	5,3	10,3	75,9	25,0	19,2	22,1
30	9,0	0,0	71,4	28,5	19,8	24,2
31	10,0	0,0	69,9	29,8	16,3	23,1

6 - Dados de insolação, precipitação, umidade relativa e temperatura, ocorridos durante a realização do experimento no campo. Piracicaba, 1980/81 (abril 1981).

Dia	Insolação (horas)	Precipit. (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Máxima	Mínima	Média
1	9,7	0,0	72,5	30,7	15,9	23,3
2	8,3	0,0	71,8	29,6	15,1	22,4
3	8,0	0,2	82,1	30,0	14,3	22,2
4	6,5	7,4	81,5	30,1	15,5	22,8
5	7,0	0,1	77,5	30,7	18,1	24,4
6	9,5	0,0	72,2	31,8	17,3	24,6
7	9,5	0,0	76,1	31,7	15,8	23,8
8	9,4	0,0	75,3	31,0	16,0	23,5
9	9,8	0,0	73,6	30,4	14,5	22,5
10	9,9	0,0	72,9	28,2	12,6	20,4
11	9,8	0,0	72,6	27,6	12,4	20,0
12	9,5	0,0	75,3	30,0	13,0	21,5
13	8,2	0,0	74,2	30,2	13,5	21,9
14	4,8	0,0	76,7	30,3	14,3	22,3
15	3,6	55,8	83,4	30,1	15,1	22,6
16	6,3	0,1	82,3	30,0	16,1	23,1
17	4,7	0,0	78,0	27,1	15,9	21,5
18	8,6	0,0	79,1	23,8	14,2	19,0
19	9,7	0,0	72,9	23,3	10,3	16,8
20	10,0	0,0	72,0	25,6	11,1	18,4
21	10,1	0,0	69,6	27,8	10,8	19,3
22	7,6	0,0	70,4	28,7	12,7	20,7
23	1,5	0,0	82,8	28,6	12,6	20,6
24	1,1	5,0	84,8	25,7	13,1	19,4
25	5,2	0,0	77,8	28,8	16,0	22,4
26	6,7	0,0	70,8	30,0	16,0	23,0
27	4,0	5,9	88,6	30,2	19,0	24,6
28	1,1	0,0	85,7	29,8	17,0	23,4
29	1,1	0,0	80,3	26,5	17,0	21,8
30	9,8	0,0	75,3	24,4	12,7	18,6