

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, abril de 1961

N.º 10

## ADUBAÇÃO DO MILHO

### XXI — ENSAIOS COM DIVERSOS FOSFATOS (7.ª SÉRIE) (1)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (2)*, e W. R. VENTURINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônomo*.

#### RESUMO

Em 1958-59 foram conduzidos quatro ensaios comparando, na dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  e na presença de NK, superfosfato simples com superfosfato triplo, aos quais foram adicionados, ou não, 25 kg/ha de sulfato de zinco. O fósforo, o potássio, o zinco e pequena parte do azoto foram empregados na sementeação, em sulcos laterais aos que receberam as sementes; a maior parte do azoto foi aplicada em cobertura.

O efeito do fósforo correspondeu a +119 e +97% em dois ensaios, baixando para +18 e -6% nos outros dois. Em três localidades as respostas ao zinco, embora muito pequenas, foram positivas na presença de superfosfato simples e negativas na de superfosfato triplo; na outra, elas foram de respectivamente +29 e +7%. Enquanto superfosfato triplo foi sempre inferior na presença do zinco, na ausência deste foi um pouco superior em três ensaios, só se mostrando apreciavelmente inferior em um. Em média dos quatro ensaios a relação entre as produções obtidas com superfosfato simples e superfosfato triplo foi 100:90 na presença e 100:100 na ausência do zinco. Supõe-se que a influência prejudicial do zinco, que só pôde ser evidenciada na presença de superfosfato triplo, tenha sido atenuada pelo sulfato de cálcio contido em superfosfato simples. A superioridade deste, mesmo na ausência do zinco, em um dos ensaios, é atribuída à deficiência de enxofre na área utilizada.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Em continuação aos artigos publicados anteriormente, sobre a eficiência de vários fosfatos para adubação do milho (1, 4, 5, 6, 7, 8), no presente trabalho são apresentados os resultados de mais quatro en-

(1) A análise do solo de Botucatu foi efetuada na Seção de Química. Os autores agradecem ao Sr. Oswaldo Rocha Miranda, proprietário da Fazenda Santa Albertina, Engenheiro Hermilo, bem como aos Engs. Agrs. Waldemar Gadelha, chefe da Estação Experimental de Botucatu, Clóvis Nery, chefe da Estação Experimental de São Simão, e Shizeo Mizoguchi, diretor da Escola Prática de Agricultura de Presidente Prudente, pelas facilidades proporcionadas à execução dos ensaios instalados nessas localidades. Recebido para publicação em 13 de janeiro de 1961.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo.

saíais, conduzidos em 1958-59, nos quais superfosfato simples foi comparado com superfosfato triplo na ausência e na presença de zinco.

## 2 — PLANO EXPERIMENTAL

Os tratamentos estudados foram: 1) NK, 2) NK + ss, 3) NK + ss + z, 4) NK + st e 5) NK + st + z, nos quais N significa azoto; K, potássio; ss, superfosfato simples; st, superfosfato triplo; z, zinco.

De N foram empregados 25 kg/ha, sendo 5 kg na forma de uréia e 20 kg na de Nitrocálcio; de  $P_2O_5$ , 80 kg/ha, nas formas mencionadas; de  $K_2O$ , 40 kg/ha, como cloreto; de zinco, 25 kg/ha de sulfato de zinco comercial. Dos fosfatos usados, ss e st tinham respectivamente 20 e 45,5% de  $P_2O_5$ . K, ss, st, z e a uréia foram empregados em sulcos, pouco antes da sementeação, que foi efetuada em pequenos sulcos abertos em um dos taludes dos sulcos adubados; Nitrocálcio foi aplicado em cobertura, quando as plantas tinham 1 a 1½ mês de idade.

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições. Os canteiros tiveram cinco fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1 m, aproveitando-se somente as três fileiras centrais, ou sejam 30 m<sup>2</sup>. Nas fileiras, as covas distavam de 0,40 m e cada uma destas recebeu três sementes, para deixarem-se duas plantas por ocasião do desbaste.

Segundo este plano foram conduzidos, em 1958-59, quatro ensaios nas seguintes localidades: Botucatu, Engenheiro Hermilo, Presidente Prudente e São Simão.

## 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

### 3.1 — ENSAIO DE BOTUCATU

Este foi instalado na Estação Experimental de Botucatu, do Ministério da Agricultura, numa área de terra-roxa-legítima com pH = 5,20, 4,20% de matéria orgânica, 0,21% de N e, por 100 g de terra fina seca ao ar, 0,46 e. mg de  $PO_4^{3-}$  solúvel, bem como 0,74 e. mg de  $K^+$  e 7,20 e. mg de  $Ca^{++}$  trocáveis.

Usaram-se sementes do híbrido H-6 999. A sementeação, o desbaste, a adubação em cobertura e a colheita foram efetuadas respectivamente em 16-10-58, 18-11-58, 18-12-58 e 26-4-59. Em consequência do período de estiagem que se seguiu à sementeação as plantas só emergiram

em princípios de novembro. Contudo, o «stand» inicial médio atingiu 96% e, o final, 90%. No tratamento adubado com NK o «stand» final foi de 84%: nos que receberam adubações completas, 90-93%. Nestes últimos tratamentos as produções (quadro 1) foram muito boas.

O coeficiente de variação foi de 11% e a resposta ao fósforo, em média de *ss* e *st*, atingiu +2 383 kg/ha (+119%) e foi altamente significativa. A adição de zinco não modificou significativamente a produção. A interação fosfatos x zinco também não foi significativa. Deve-se dizer, contudo, que o efeito de *z* foi ligeiramente positivo na presença de *ss* e negativo (-352 kg/ha) na de *st*.

Quanto à comparação entre os dois fosfatos, em média das aplicações com e sem zinco, *ss* foi superior a *st*; a diferença entre eles atingiu 456 kg/ha e foi significativa. Embora a interação fosfatos x zinco não tenha sido significativa, convém assinalar que na presença do zinco a diferença contra *st* alcançou 658 kg/ha, ao passo que na sua ausência ela foi de apenas 255 kg/ha. Em suma, na ausência do zinco as respostas a *ss* e *st* foram de respectivamente +2 511 e +2 256 kg/ha (+125 e +112%) e a relação entre elas foi 100:90.

Tendo-se anotado a data do florescimento em cada canteiro, pôde-se determinar que em média dos que receberam *ss* e *st* o pendramento das plantas teve lugar em 3-1, ao passo que no tratamento NK ele só se verificou em 11-1. Portanto, a adição de fósforo provocou uma antecipação de oito dias. A diferença contra *st* não chegou a um dia, o mesmo acontecendo à determinada pela adição de *z*. Em média dos canteiros com *ss* e *st* o embonecamento começou em 10-1; nos com NK, em 24-1. Neste caso, a antecipação foi de 14 dias. As diferenças entre os dois fosfatos e em consequência da adição de zinco foram muito pequenas.

O índice de espigas (número de espigas por 100 plantas) foi 75 nos canteiros com NK, elevando-se respectivamente para 97 e 94 nos adubados com NK+*ss* e NK+*st*. A adição de zinco teve efeito ligeiramente negativo. Por ocasião da colheita havia 6% de plantas acamadas no tratamento NK e apenas 1% nos que adicionalmente receberam fósforo; por outro lado, a adição de fósforo aumentou de 8 para 12% a proporção de plantas quebradas abaixo da inserção das espigas. Nessas duas características as diferenças entre *ss* e *st* e pela adição de zinco foram muito pequenas e inconsistentes.

O rendimento das espigas em grãos, sabugos e palha, que foi de respectivamente 71, 19 e 10% no tratamento NK, melhorou para 74,

16 e 10% nos adubados com fósforo, não havendo diferença entre *ss* e *st* nem pela adição de zinco.

QUADRO 1. — Produções de milho obtidas em ensaios realizados em 1958-59 nas localidades indicadas e nos quais foram comparados, na presença de NK, superfosfato simples (*ss*) e superfosfato triplo (*st*), com ou sem a adição de sulfato de zinco (*z*)

Tratamentos	Botucatu		Eng. Hermilo		Pres. Prudente		São Simão	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
NK .....	2 006	100	1 411	100	1 414	100	3 856	100
NK+ <i>ss</i> .....	4 517	225	2 711	192	1 314	93	4 499	117
NK+ <i>ss</i> + <i>z</i> .....	4 568	228	2 818	200	1 698	120	4 577	119
NK+ <i>st</i> .....	4 262	212	2 838	201	1 343	95	4 620	120
NK+ <i>st</i> + <i>z</i> .....	3 910	194	2 721	193	1 436	102	4 224	110

### 3.2 — ENSAIO DE ENGENHEIRO HERMILO

Conduzido na Fazenda Santa Albertina, em solo Glacial, argilo-arenoso, avermelhado, que estava como pastagem há muito anos e, tanto quanto se sabe, nunca foi adubado.

Usou-se o híbrido H-6 999. A semeadura, a adubação em cobertura e a colheita foram efetuadas respectivamente em 18-10, 28-11 e 22-4. O «stand» inicial foi muito bom e o final atingiu 86% no tratamento NK, oscilando entre 94 e 97% nos que receberam adubações completas. Nestes últimos as produções (quadro 1) foram boas.

O coeficiente de variação foi de 18%. A produção do tratamento NK foi de 1 411 kg/ha e o aumento provocado pela adição de fósforo, em média de *ss* e *st*, alcançou 1 364 kg/ha (97%), sendo altamente significativo. O efeito médio do zinco foi praticamente nulo e a interação fosfatos x zinco não foi significativa. Todavia, observou-se que na presença de *ss* a resposta a êsse elemento foi positiva (+ 170 kg/ha), ao passo que na de *st* foi negativa (− 117 kg/ha).

Em média não houve diferença entre *ss* e *st*, e a interação fosfatos x zinco não foi significativa. Convém notar, porém, que na presença do zinco, *ss* foi um pouco superior a *st*, ao passo que na sua ausência aconteceu o contrário. Em resumo, na ausência do zinco os

efeitos de *ss* e *st* foram de respectivamente de +1 300 e +1 427 kg/ha (+92 e +101%), sendo 100:110 a relação entre êles.

O índice de espigas foi 73 nos canteiros adubados com NK e 85 nos que adicionalmente receberam fósforo. As diferenças entre *ss* e *st* e pela adição de zinco foram insignificantes. A proporção de plantas acamadas foi praticamente nula e, a de quebradas, muito reduzida, variando apenas entre 5 e 6% nos diversos tratamentos.

### 3.3 — ENSAIO DE PRESIDENTE PRUDENTE

Instalado na Escola Prática de Agricultura, em solo arenito Bauru. A área utilizada, que estava antes coberta de capoeira, foi cultivada com milho no ano anterior ao ensaio.

A sementeação, com sementes do híbrido H-6999, foi efetuada em 21-11. A germinação processou-se normalmente, tendo o «stand» inicial atingido, em média, 78%; todavia, o «stand» final médio baixou para 67%, mas sem diferenças apreciáveis entre os tratamentos.

A colheita foi feita no fim de abril. As produções (quadro 1) foram baixas e o coeficiente de variação atingiu 19,4%. A resposta ao fósforo foi até ligeiramente negativa, mas o efeito médio do zinco alcançou +238 kg/ha (+18%) e foi significativo. Embora a interação fosfatos x zinco não tenha sido significativa, deve-se assinalar que enquanto na presença de *ss* a resposta ao zinco foi de +384 kg/ha, na de *st* ela foi tão somente de +93 kg/ha.

Em média dos tratamentos com e sem zinco a diferença entre os dois fosfatos estudados não foi significativa, não sendo também significativa a interação fosfatos x zinco. É interessante observar, porém, que na ausência do zinco as produções dos tratamentos que receberam *ss* e *st* foram praticamente iguais, ao passo que na presença desse elemento elas foram respectivamente de 1 698 e 1 436 kg/ha.

O índice de espigas atingiu 104 no tratamento NK, mas baixou respectivamente para 98 e 95 nos adubados com NK+*ss* e NK+*st*. Entretanto, a adição de zinco a essas adubações elevou os índices para 117 e 121, respectivamente.

### 3.4 — ENSAIO DE SÃO SIMÃO

Conduzido na Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, numa área de terra-roxa-legítima que havia sido adubada com fósforo e potássio nos dois anos anteriores.

Usaram-se sementes do híbrido H-6 999. A semeadura, o desbaste, a adubação em cobertura e a colheita foram efetuados respectivamente em 8-11-58, 11-12-58, 12-12-58 e 30-4-59. Os «stands» inicial e final foram respectivamente de 86 e 75% em média de todos os tratamentos, sem diferenças importantes entre êstes. As produções, que se acham no quadro 1, foram boas.

O coeficiente de variação foi de 11%. Provavelmente porque a área em estudo havia sido adubada nas culturas anteriores, o efeito do fósforo, em média de *ss* e *st*, foi relativamente pequeno, de +704 kg/ha (+18%). Contudo, foi significativo ao nível de 5%. A resposta média ao zinco, não significativa, foi de -159 kg/ha. Embora a interação fosfatos x zinco não tenha sido significativa, deve-se observar que essa média foi prejudicada pela depressão, de -396 kg/ha, que o zinco provocou quando adicionado a *st*, pois na presença de *ss* seu efeito foi de +78 kg/ha.

Em média das aplicações com e sem zinco, *st* se mostrou inferior a *ss*, mas a diferença não foi significativa. Entretanto, na ausência do zinco as respostas a *ss* e *st* foram respectivamente de +643 e +764 kg/ha, sendo, portanto, 100:119 a relação entre elas. A interação fosfatos x zinco não foi significativa; contudo, essa diferença de comportamento deve ser assinalada, porque corresponde ao que se verificou em outros dos presentes ensaios.

O índice de espigas foi 107 em média de todos os tratamentos, sendo muito pequenas as diferenças entre êstes. Nas plantas dos canteiros que só receberam NK as espigas se colocaram a 1,31 m; a adição de fósforo tornou-as ligeiramente mais elevadas, o mesmo acontecendo com a adição de zinco. As proporções de plantas acamadas foram insignificantes; a de plantas quebradas foi de 6,3% nos canteiros com NK, baixou para 4,3% nos que receberam fósforo e elevou-se para 5,8% nos que adicionalmente receberam zinco. O rendimento médio, em grãos, das espigas com palha, foi de 72%, sem diferenças apreciáveis entre os tratamentos.

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Em média de *ss* e *st* o efeito do fósforo foi magnífico em Botucatu e Engenheiro Hermilo (respectivamente +119 e 97%), sofrível em São Simão (+18%) e ligeiramente negativo em Presidente Prudente (-6%).

Quanto ao zinco, em média das aplicações na presença de NK+ss e NK+st seu efeito só foi apreciável, e significativo, em Presidente Prudente (+18%); nas outras localidades êle foi até ligeiramente negativo. A interação fosfatos x zinco não foi significativa em qualquer das localidades. Observou-se, contudo, que as respostas a êsse elemento foram sempre positivas (+1% em Botucatu, +4% em Engenheiro Hermilo, +2% em São Simão e +29% em Presidente Prudente) na presença de ss, ao passo que na de st elas foram negativas nas três primeiras localidades (respectivamente -8, -4 e -9%), sendo positiva apenas em Presidente Prudente. E note-se que nesta última localidade o zinco aumentou a produção de 29% na presença de ss e tão somente de 7% na de st. Verifica-se, assim, que mesmo nos ensaios em que o zinco prejudicou a produção quando adicionado a st, seu efeito, embora pequeno, foi benéfico na presença de ss, e ainda que no único ensaio em que êle aumentou a produção tanto na presença de ss como na de st, neste último caso o aumento foi apenas 1/4 do provocado na presença de ss.

A eficiência relativa dos dois fosfatos em estudo pode ser facilmente observada na comparação seguinte:

LOCALIDADES	<i>Índices das produções com st, dando-se o valor 100 às obtidas com ss em cada ensaio</i>		
	<i>Sem z</i>	<i>Com z</i>	<i>Médias</i>
Botucatu .....	94	86	90
Engenheiro Hermilo .....	105	97	101
Presidente Prudente .....	102	85	92
São Simão .....	103	92	97
Médias .....	100	90	95

Em média das aplicações na ausência e na presença do zinco (última coluna) a maior diferença contra st foi observada em Botucatu, o único ensaio em que êsse fosfato se mostrou significativamente inferior a ss. Em Engenheiro Hermilo os dois adubos deram o mesmo resultado, enquanto em Presidente Prudente e São Simão st se mostrou um pouco inferior a ss. Todavia, essas médias mascaram reações muito diferentes, pois na presença do zinco (penúltima coluna) st foi sempre inferior, em dois casos consideravelmente inferior a ss, ao passo que na ausência do zinco (antepenúltima coluna) st foi um pouco superior a ss em três ensaios, só se mostrando inferior, e por pouco, no

ensaio de Botucatu. Em média dos quatro ensaios a relação entre as produções obtidas com *ss* e *st* foi 100:90 na presença do zinco e 100:100 na ausência desse elemento.

Em números absolutos e em média dos quatro ensaios as produções dos tratamentos *NK+ss* e *NK+st* foram de respectivamente 3 260 e 3 266 kg/ha, enquanto as dos que receberam *NK+ss+z* e *NK+st+z* foram, na mesma ordem, de 3 415 e 3 073 kg/ha. Conclui-se, assim, que no conjunto dos ensaios e na ausência do zinco, que constitui a prática normal de adubação em nosso meio, os dois fosfatos se mostraram equivalentes. Todavia, não se deve perder de vista que, nessa média, os pequenos aumentos provocados por *st* em relação a *ss*, em três ensaios, compensaram a inferioridade, significativa, daquele fosfato no ensaio de Botucatu.

Como os dois fosfatos estudados não diferem quanto à forma de fósforo, mas pela existência, em *ss*, de elevada porcentagem de sulfato de cálcio, a superioridade de *ss* em Botucatu deve ser atribuída ao efeito suplementar desse sal, que aparentemente cobriu provável deficiência de enxôfre no solo utilizado para o ensaio. Os presentes ensaios indicam que essa deficiência não é generalizada; seja como fôr, eles não são bastante numerosos para se tirarem conclusões seguras sobre êste assunto. Aliás, os resultados de Botucatu confirmam os obtidos por outros autores (2, 3) e servem para pôr desde já em foco uma questão que, com a intensificação da cultura do milho (uso de híbridos altamente produtivos, de espaçamentos mais cerrados e de mais fortes adubações com N, P e K) pode-se tornar importante, pelo menos para certas zonas do Estado de São Paulo. Semelhantes considerações poderiam ser feitas com relação à deficiência de zinco, que só foi verificada em um dos quatro ensaios.

O número de ensaios é muito pequeno para se estabelecer qualquer relação entre os efeitos observados e o tipo de solo.

Seria interessante determinar por que as respostas ao zinco tenderam a ser melhores na presença de *ss* e, correspondentemente, a presença desse elemento tornou menor a eficiência de *st* em relação à de *ss*. Como o zinco foi empregado na forma de sulfato, dever-se-ia esperar que êste contribuísse para melhorar o efeito de *st*, pelo menos onde houvesse deficiência de enxôfre. Entretanto, os fatos mencionados também foram observados, e com bastante intensidade, no ensaio de Botucatu, onde parece ter havido efeito apreciável do enxôfre. A dose de zinco foi relativamente elevada. Como êste elemento é tóxico às



plantas em pequenas quantidades e a aplicação foi feita em sulcos próximos das sementes, não é para estranhar que a concentração local tenha atingido nível prejudicial. Não se notaram, nos «stands», diferenças consistentes nesse sentido, mas isso não significa que, embora sem serem eliminadas, as plantas tenham escapado a danos que reduzissem sua produtividade. Como as doses e formas de fósforo foram iguais, é-se levado a supor que o sulfato de cálcio de ss é que teria atenuado o citado efeito nocivo. Trata-se de simples hipótese, mas que deve ser levada em consideração quando fôrem planejados ensaios como os relatados.

## FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN

### XXI — TRIALS WITH VARIOUS PHOSPHORUS SOURCES (7th series)

#### SUMMARY

In 1958-59 four experiments were conducted on different soil types of the State of São Paulo, in which ordinary and triple superphosphates were compared in the presence of NK and with the addition, or not, of 25 kilograms of zinc sulfate per hectare. The phosphorus fertilizers were used at the dosage of 80 kilograms of  $P_2O_5$  per hectare. The greater part of the nitrogen was top-dressed; the remaining fertilizers were side-placed at planting time.

The responses to phosphorus reached +119 and +97% in two trials, decreasing to +18 and -6% in the others. In three localities the responses to zinc, although small, were positive in the presence of ordinary superphosphate and negative in that of triple superphosphate; in the other place they were respectively +29 and +7%. While triple superphosphate was consistently inferior in the presence of zinc, in its absence it was a little superior in three trials, being appreciably inferior only in one trial. As an average of the four experiments the relation between the yields obtained with ordinary and triple superphosphates was 100:90 in the presence and 100:100 in the absence of zinc. It is supposed that the noxious influence of zinc, which could be evidenced only in the presence of triple superphosphate, was reduced by the calcium sulfate contained in ordinary superphosphate. The superiority of the latter in one of the trials, which was observed even in the absence of zinc, is attributed to sulfur deficiency in the experimental area.

#### LITERATURA CITADA

1. GOMES, A. GENTIL, CATANI, R. A. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. XIX — Ensaios com diversos fosfatos (5.ª série). Bragantia: 20: [35]-41. 1961.

2. MCCLUNG, A. C., FREITAS, L. M. M. & LOTT, W. L. Estudos sobre o enxôfre em solos de São Paulo. São Paulo, IBEC Research Institute [1959?] 31 p. (Boletim n.º 17).
3. ——— & QUINN, L. R. Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxôfre e fósforo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. (Boletim n.º 18).
4. VIÉGAS, G. P., FREIRE, E. S. & CONAGIN, A. Adubação do milho. XVIII — Ensaio com diversos fosfatos (4.ª série). *Bragantia* 20:[15]-34. 1961.
5. ——— & VENTURINI, W. R. Adubação do milho. XV — Ensaio com diversos fosfatos (1.ª série). *Bragantia* 19:[943]-959. 1960.
6. ——— ——— ——— Adubação do milho. XVI — Ensaio com diversos fosfatos (2.ª série). *Bragantia* 19:[997]-1 009. 1960.
7. ——— ——— ——— Adubação do milho. XX — Ensaio com diversos fosfatos (6.ª série). *Bragantia* 20:[389]-402. 1961.
8. ———, SMITH, E. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. XVII — Ensaio com diversos fosfatos (3.ª série). *Bragantia* 20:[1]-13. 1961.