

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 14

Campinas, setembro de 1955

N.º 17

ADUBAÇÃO DO MILHO

III — ADUBAÇÃO MINERAL QUANTITATIVA (*)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro agrônomo, Seção de Cereais e Leguminosas* e R. A. CATANI, *engenheiro agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo*

RESUMO

Durante três anos consecutivos — de 1949/50 a 1951/52 — foram realizados em Campinas, ensaios de adubação do milho, em que as doses básicas de NPK foram iguais para os três elementos, isto é, 25 kg/ha de azoto (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O). Foram estudados três níveis de azoto, cinco de fósforo e quatro de potássio.

Em 1949/50, em todos os tratamentos o "stand" inicial foi baixo; nos outros dois anos, a germinação média foi respectivamente de 79% e 72%.

Em consequência de aparente desequilíbrio na adubação, provocado por deficiência de fósforo, houve acentuada redução no número de plantas por ocasião da colheita, particularmente em 1951/52, nos canteiros sem fósforo e sem adubo.

Apenas a adubação fosfatada deu efeitos significativos, obtendo-se o maior aumento de produção com 60 kg/ha de P_2O_5 . O efeito do fósforo ampliou-se do primeiro para o terceiro ano.

Em média, o efeito do potássio foi pequeno, devido aos resultados obtidos nos dois primeiros anos; no último, ele cresceu consideravelmente. Em 1949/50, verificou-se ter sido prejudicada a germinação, devido à concentração do cloreto de potássio nos sulcos de plantio.

O aumento de produção pela aplicação de azoto também foi pequeno, diminuindo proporcionalmente, do primeiro para o terceiro ano, ao contrário do fósforo e do potássio.

Nos dois primeiros anos o melhor tratamento foi 121; no último foi 131, isto é 25 — 75 — 25 kg/ha de N — P_2O_5 — K_2O .

A produção de colmos reagiu do mesmo modo que a de grãos, porém em menor escala. Pode-se dizer que houve geral concordância entre as produções de grãos e de colmos, às crescentes doses de azoto, fósforo e potássio, aplicadas.

1 - INTRODUÇÃO

No período 1949/50 a 1951/52, durante três anos consecutivos, em complemento a trabalhos anteriormente realizados (1), conduzimos estudo semelhante, introduzindo, porém, alterações, adiante indicadas, nos tratamentos empregados.

(*) Os AA. agradecem ao Eng. Agr. Hermano Vaz de Arruda, pelas análises da variância dos dados dos ensaios descritos neste trabalho. Consignam igualmente seus agradecimentos ao Eng. Agr. Eduardo de Souza Freire, pelo auxílio prestado na elaboração deste artigo e pelas suas valiosas críticas e sugestões.

2 - PLANO EXPERIMENTAL

O delineamento foi em blocos incompletos balanceados. Os canteiros foram plantados segundo o mesmo padrão dos ensaios anteriores, isto é, tinham 50m² de área (cinco linhas espaçadas de 1,00, com 10m de comprimento) plantando-se três sementes por cova, para deixar uma só planta no desbaste. A distância entre covas era de 0,20m. Foram colhidas somente as três linhas centrais de cada canteiro (30m²).

O ensaio foi plantado também em área de terra r xa misturada, que, tanto quanto se sabe, não havia sido adubada anteriormente.

As características químicas mais importantes do solo em que foram conduzidos os experimentos são as seguintes :

pH -----	5,90
Carbono total (g de C por 100 g de solo) -----	1,98
Nitrogênio total (g de N por 100 g de solo) -----	0,147
Fósforo solúvel (e. mg PO ₄ ³⁻ por 100 g de solo) -----	0,05
Cálcio trocável (e. mg Ca ⁺² por 100 g de solo) -----	2,91
Potássio trocável (e. mg K ⁺ por 100 g de solo) -----	0,37
Magnésio trocável (e. mg Mg ⁺² por 100 g de solo) -----	1,03
Hidrog�nio trocável (e. mg H ⁺ por 100 g de solo) -----	3,52
�ndice de satura�o (%) -----	55,0

Como no caso do grupo das experiências anteriormente relatadas, os ensaios foram repetidos os três anos consecutivos no mesmo local, aplicando-se em cada canteiro, por ocasião do plantio, o mesmo tratamento inicial.

Os tratamentos estudados estão indicados na rela o abaixo, onde os elementos nutritivos aplicados estão expressos à base de kg/ha :

<i>Tratamento</i>	<i>N</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>
000	0	0	0
101	25	0	25
111	25	25	25
121	25	50	25
131	25	75	25
141	25	100	25
011	0	25	25
211	50	25	25
110	25	25	0
112	25	25	50
113	25	25	75

O azôto foi aplicado na forma de salitre do Chile, com 15,5% de N ; o fósforo, na de superfosfato, com 20% de P₂O₅ e o potássio, na de cloreto de potássio, com 60% de K₂O. O adubo foi p sto nos sulcos de plantio tendo-se o cuidado de misturá-lo   terra do fundo do sulco. As doses básicas (111) de azôto (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), foram 25 kg/ha d esses elementos.

Para verificar-se o efeito do azôto havia três níveis ; para o do fósforo, cinco e para o do potássio, quatro níveis.

Os ensaios foram plantados em meados de outubro ou princípios de novembro. Em 1949 o plantio foi efetuado no dia 8 de novembro, com a variedade Catêto ; em 1950, em 18 de outubro, com a mesma variedade, e em 1951 em 17 de outubro, com o híbrido duplo tipo amarelo-duro, H. 3531.

3 - RESULTADOS OBTIDOS

Devido, principalmente, ao período de seca que se seguiu ao plantio em 1949/50, a germinação, na média de todos os tratamentos, foi má, apenas 58%. Em 1950/51 e 1951/52 a germinação foi bem melhor, 79% e 72%, respectivamente, em relação ao número de sementes plantadas.

Tendo sido plantadas três sementes por cova, em 1950/51, o "stand" final ficou menos prejudicado. A porcentagem, em relação ao "stand" perfeito foi de 71, 80 e 69 nos anos de 1949/50, 1950/51 e 1951/52, verificando-se uma porcentagem média de falhas de 29, 20 e 31 respectivamente.

A produção de grãos, que em média dos três anos e para todos os tratamentos foi de 2.235 kg/ha, baixou do primeiro para o terceiro ano, sucessivamente, de 2.645 kg/ha para 2.380 kg/ha e 1.679 kg/ha. Além da perda de fertilidade do solo, também os períodos de seca, em janeiro, particularmente no último ano, afetaram a produção de modo pronunciado, reduzindo-a bastante.

A análise estatística foi feita para o total dos três anos do ensaio, sendo a diferença mínima significativa de ± 395 kg/ha.

4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - EFEITO DOS ADUBOS SÔBRE OS "STANDS" INICIAL E FINAL

A julgar pelo "stand" inicial em 1950/51 e 1951/52, nenhum dos tratamentos prejudicou a germinação. Nêsses anos, o período imediato ao plantio correu bastante chuvoso. Em 1949/50, porém, tendo êsse período decorrido relativamente sêco, tôdas as adubações reduziram sensivelmente o "stand" inicial, em comparação com o dos canteiros sem adubo, o que se pode atribuir ao excesso de concentração de sais provocado pelo salitre ou cloreto de potássio, aplicados nos sulcos de plantio.

No "stand" final, em vista de se plantar três sementes por cova, para deixar uma só planta por ocasião do desbaste, mesmo em 1949/50 o número de falhas não se tornou tão elevado, a não ser nos tratamentos com as maiores doses de azôto e potássio.

Em 1949/50 a porcentagem de plantas mortas no intervalo entre o desbaste e a colheita (quadro 1), em média de todos os tratamentos foi de 16%, variando de 11 a 13%, nos canteiros sem adubo, ou com as duas maiores doses de fósforo, a 15-21% nos demais tratamentos.

QUADRO 1. — "Stand" inicial (após o desbaste) e final (por ocasião da colheita), e redução percentual sofrida pelo último

Tratamentos	1949/50			1951/52		
	"Stand" inicial	"Stand" final	Redução sofrida p/ "stand"	"Stand" inicial	"Stand" final	Redução sofrida p/ "stand"
			%			%
000 -----	669	596	11	664	330	51
101 -----	636	535	16	708	420	61
111 -----	658	546	17	712	541	24
121 -----	629	536	15	728	595	18
131 -----	629	546	13	722	619	14
141 -----	645	575	11	717	620	14
011 -----	636	543	15	699	487	30
111 -----	658	546	17	712	541	24
211 -----	590	487	17	714	530	26
110 -----	620	511	18	714	490	31
111 -----	658	546	17	712	541	24
112 -----	640	517	19	722	556	23
113 -----	618	489	21	725	546	25
Média -----	634	535	16	711	521	27

Em 1951/52, quando a porcentagem média atingiu a 27, notou-se que as adubações azotada e potássica, em presença do fósforo, diminuíram o número de plantas mortas, influenciando porém, o fósforo, decisivamente neste sentido. Nos canteiros sem fósforo (101) a redução do "stand" foi de 61% ao passo que nos adubados com fósforo flutuou entre 14 e 18%, nos tratamentos que receberam duas ou mais doses desse elemento, em presença de uma dose de azoto e potássio. A redução elevou-se a 24% nos tratamentos com uma só dose de fósforo. Nos canteiros sem adubo ela foi de 51%, elevando-se a 61% nos adubados com NK somente. Trata-se, pois, de aparente desequilíbrio na relação N:P:K, provocado pela deficiência de fósforo quando este não foi empregado em dose elevada.

4.2 - EFEITO DOS ADUBOS SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS

Dados sobre a produção de grãos se encontram no quadro 2. O efeito do fósforo foi magnífico, ultrapassando os limites de significância calculados.

Em relação às médias ajustadas dos três anos, 1P aumentou a produção de 521 kg/ha e 2P de 806 kg/ha, correspondendo a 28% e 44% da produção dos canteiros adubados com NK. As doses 3P e 4P não aumentaram a produção sobre 2P. O efeito do fósforo acentuou-se do primeiro para o terceiro ano: em 1949/50, o maior aumento, 521 kg/ha, foi obtido com a dose 2P; em 1950/51 foi ainda obtido com 2P, mas elevou-se a 1.037 kg/ha; em 1951/52, o maior aumento, 1.113 kg/ha, foi obtido com 3P. E isso apesar da produção, como já vimos, ter baixado sucessivamente do primeiro para o

QUADRO 2. — Produção de grãos no ensaio de adubação quantitativa — Campinas

Tratamentos	1949/50	1950/51	1951/52	Média	
				não ajustada	ajustada
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
000 -----	2.405	1.815	820	1.680	1.696
101 -----	2.472	1.796	1.217	1.828	1.834
111 -----	2.866	2.555	1.680	2.367	2.355
121 -----	2.993	2.833	2.183	2.670	2.640
131 -----	2.872	2.643	2.330	2.615	2.607
141 -----	2.884	2.755	2.197	2.612	2.612
011 -----	2.487	2.293	1.490	2.090	2.096
211 -----	2.570	2.480	1.793	2.281	2.312
110 -----	2.626	2.428	1.400	2.151	2.137
112 -----	2.520	2.400	1.787	2.236	2.282
113 -----	2.397	2.187	1.570	2.051	2.031
Média -----	2.645	2.380	1.679	2.235	2.235

dms \pm 395

terceiro ano. Os correspondentes aumentos, em relação a NK, passaram, do primeiro para o segundo ano, de 21% a 58% e depois, 91%. Isso se deve, com certeza, por um lado ao crescente esgotamento do teor de fósforo dos canteiros apenas adubados com NK, por outro lado ao acúmulo de fósforo nos canteiros sempre adubados com este nutriente.

Confrontando-se os resultados dos ensaios em questão, com os realizados também em Campinas no período 1946/47 a 1950/51 (1), pode-se verificar ter sido agora bem maior a reação ao fósforo, devido, naturalmente, ao fato da área escolhida não ter sido adubada. Ao passo que na média dos ensaios então realizados tivemos um aumento médio de 620 kg/ha, para uma dose de 75 kg/ha de P_2O_5 , nesta nova série de experiências, para 50 kg/ha, o aumento de produção foi de 806 kg/ha.

Em média (ajustada) dos três anos, o efeito do potássio foi pequeno e não significativo. A dose 1K aumentou a produção de apenas 218 kg/ha, ou seja 10% da produção em relação a NP, enquanto com 2K o aumento foi de apenas 125 kg/ha, e 3K provocou depressão. O efeito do potássio também variou muito nos três anos: no primeiro, a dose 1K provocou um aumento de 240 kg/ha, ao passo que 2K e 3K diminuíram a produção; no segundo ano, 1K aumentou também a produção de 127 kg/ha, enquanto 2K e 3K a deprimiram; no terceiro ano, porém, o aumento devido a 1K foi de 280 kg/ha, o devido a 2K foi de 389 kg/ha e 3K não provocou depressão, mas um aumento de 170 kg/ha. O aumento devido ao potássio em relação a NP, que foi, com a menor dose, de 9% e 5% nos dois primeiros anos, passou a 20% no 3.º ano, quando a dose 2K provocou aumento de 28%. É provável que, também no caso do potássio, o crescente esgotamento desse elemento nos canteiros NP tenha influído para a maior resposta a esse nutriente no último ano; mas parece que a dose de 1P usada nos tratamentos destinados a

verificar o efeito do potássio foi insuficiente para balancear convenientemente a relação N:P:K, daí advindo menor efeito do último elemento. Além disso, em 1949/50 o efeito do potássio também parece ter sido prejudicado pelo excesso de concentração de sais durante o período inicial da cultura, decorrente da aplicação dos adubos nos sulcos.

O aumento médio devido ao azoto, nos três anos, também foi relativamente pequeno e não significativo: 259 kg/ha com a dose menor e 216 kg/ha com 2N, correspondendo a 12% e 10%, respectivamente, da produção com PK. Com o azoto aconteceu o contrário do que se observou com o fósforo e o potássio: o aumento devido à dose 1N, que foi de 379 kg/ha no primeiro ano, baixou para 262 kg/ha no segundo e 190 kg/ha no terceiro. O efeito relativo foi, respectivamente, de 15%, 11% e 13%. Além da relativa escassez de fósforo para balancear a relação N:P:K nos três anos, é provável que em 1949/50, a aplicação de nitrato, nos sulcos de plantio, tenha prejudicado inicialmente as plantinhas e que, nos três anos, grande parte do nitrato tenha sido arrastada antes que o milho a tivesse aproveitado convenientemente. Em 1949/50 caíram 164 mm de chuvas na primeira década de dezembro, e 170 mm na segunda década de janeiro. Em 1950/51, no total das duas últimas décadas de novembro, caíram 216 mm. Em 1951/52, houve um total de 180 mm de chuvas, na terceira década de novembro.

Em resumo, na média dos três anos, a adubação que mais aumentou a produção sobre a dos canteiros sem adubo, foi a do tratamento 121, que também foi a melhor em 1949/50 e 1950/51. Em 1951/52, porém, o melhor tratamento foi 131.

4.3 - EFEITO DOS ADUBOS SOBRE A PRODUÇÃO DE COLMOS

Os dados relativos à produção de colmos foram determinados em 1949/50 e 1950/51.

QUADRO 3. — Produção média de colmos em ensaios realizados em 1949/50 e 1950/51

Dose	Azoto	Fósforo	Potássio
	kg/ha	kg/ha	kg/ha
0 -----	2.573	2.310	2.756
1 -----	2.706	2.706	2.706
2 -----	2.567	2.904	2.657
3 -----	-----	3.000	2.456
4 -----	-----	2.983	-----

No primeiro ano, enquanto 1N provocou um aumento, sobre sem azoto, de 379 kg/ha na produção de grãos (quadro 2), os efeitos das doses 1N e 2N sobre a produção de colmos foram depressivos. O efeito do fósforo sobre a produção de colmos foi menor que na de grãos. Assim, a 1P correspondeu um aumento de 93 kg/ha; a 2P, 127 kg/ha e a 3P, 80 kg/ha. O maior incremento foi constatado para a dose 4P, quando a diferença sobre NK atingiu

o máximo, 313 kg/ha. O efeito do potássio sobre a produção de colmos nos dois primeiros anos foi ainda mais depressivo que sobre a de grãos. Enquanto 1K deu 307 kg/ha a menos que sem potássio, 2K deu 327 kg/ha a menos e 3K deu 620 kg/ha, também a menos.

No segundo ano 1N deu 314 kg/ha a mais sobre sem azoto, 2N apenas 54 kg/ha a mais, na produção de colmos. Houve quase perfeito paralelismo no aumento de produção de colmos com o de grãos, para as crescentes doses de fósforo. Para o potássio, 1K determinou um aumento de 207 kg/ha na produção de colmos; para 2 K e 3K os incrementos foram menores e de 127 e 20 kg/ha, apenas.

Pela média dos dois anos (quadro 3) pode-se verificar que o azoto teve pequena influência, o potássio mostra efeitos depressivos e o fósforo é o elemento que provoca maior desenvolvimento da planta. A maior produção de colmos corresponde à dose 3P (75 kg/ha de P_2O_5), pouco superior às doses 2P e 4P.

A relação grãos-colmos manteve-se pouco variável e em torno de 1:1,00 a 1:1,09, baixando apenas para 1:0,92 para o tratamento sem adubo, na média de dois anos.

Apesar das discrepâncias assinaladas, pode-se dizer que houve, de modo geral, concordância nas produções de grãos e colmos às crescentes doses de azoto, fósforo e potássio, aplicadas, tanto em 1949/50, como em 1950/51. Ao passo que o azoto e o potássio, mormente nas doses elevadas, parecem deprimir, em consequência da redução do "stand", seja a produção de grãos, seja a de colmos, o fósforo tem a mais acentuada influência, quer melhorando o próprio "stand", quer, também, criando condições mais adequadas ao desenvolvimento da planta. Este é o elemento em maior carência na área onde foi conduzido o ensaio.

5 - CONCLUSÕES

As experiências aqui relatadas, realizadas durante três anos consecutivos no mesmo local, em terra roxa misturada, até então não adubada, nos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) Em dois anos, nenhum dos tratamentos prejudicou a germinação do milho, a despeito dos adubos terem sido aplicados nos sulcos de plantio. Em 1949/50, porém, as adubações prejudicaram substancialmente o "stand" inicial.

b) Tendo sido plantadas três sementes por cova, o número de falhas, mesmo em 1949/50, não foi muito elevado, à exceção dos tratamentos cujas doses de azoto e potássio eram mais elevadas. Nos canteiros adubados com fósforo, ao contrário, notou-se melhor "stand", devido à presença desse elemento.

c) O fósforo foi o elemento que proporcionou maiores aumentos na produção de grãos. Em relação às médias ajustadas, uma dose de fósforo, ou sejam, 25 kg/ha de P_2O_5 , fez aumentar a produção de 521 kg/ha e, duas doses desse mesmo elemento, determinaram um aumento de 806 kg/ha, na

produção. Doses mais altas não elevaram ainda mais a produção. Examinando os resultados obtidos nêstes ensaios, em confronto com os de outra série de experiências também realizadas em Campinas, mas em área já anteriormente adubada, constata-se agora reação proporcionalmente mais acentuada. Com relação aos outros elementos, o potássio e o azôto deram efeitos pequenos e não significativos.

d) Analisando a produção de colmos, notou-se, em geral, a mesma reação às adubações.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN. III — QUANTITATIVE APPLICATIONS OF MINERAL FERTILIZERS

SUMMARY

Experiments designed to compare three levels of nitrogen, five of phosphorus, and four of potash were planted for three consecutive years (1949 through 1951) at Campinas in the "terra roxa misturada" type of soil. Treatment 1-1-1 received 25 kg/ha of each, N, P_2O_5 , and K_2O , applied respectively as Chilean nitrate, superphosphate, and potassium chloride. The fertilizers were placed in the furrow at planting time and mixed with the soil direct under the seed.

Injury to the germinating seed resulting from salt concentration was noted only in 1949, when germination was substantially affected, especially in plots that received high nitrogen and potash. The number of plants per plot after thinning was, however, comparable for all treatments.

Phosphorus promoted a considerable increase in yield. A study of the adjusted means showed that a single dose of phosphorus increased the yield in 521 kg/ha when compared with plots receiving only NK. Double rates of phosphorus increased the yield in 806 kg/ha (44%), but higher rates of this element did not promote any further increase.

No gain in yield due to the application of nitrogen or potash was noticed in these experiments.

LITERATURA CITADA

1. VIÉGAS, G. P. Adubação do milho. II — Adubação mineral quantitativa. *Bragantia* 14 : [149] - 170. 1955.