

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*

Vol. 18

Outubro de 1959

N.º 12

## ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO(\*)

HERMANO VAZ DE ARRUDA

*Engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão, Prêto, Instituto Agrônomo*

### RESUMO

No presente trabalho são apresentados os resultados de duas experiências de adubação de milho, instaladas no ano-agrícola 1956-57 em terra-roxa da Estação Experimental de Ribeirão Prêto, com o objetivo de investigar comparativamente o efeito da aplicação de dois adubos azotados, Salitre do Chile e sulfato de amônio. Estes adubos foram aplicados em duas doses, 80 e 160 kg/ha de N. A aplicação do nitrogênio para a dose 80 foi em cobertura e dividida em três partes, 30, 30 e 20 kg de N, aplicados aos 30, 60 e 80 dias após a germinação, respectivamente. Para a dose 160 aplicou-se o dôbro, em cada época.

Todos os canteiros da experiência haviam recebido PK nos sulcos de plantio, na dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  e de  $K_2O$  com exceção de um que era testemunha, sem adubos.

O aumento devido à aplicação de PK em relação à testemunha foi de 50%, em média para as duas experiências. A adição do nitrogênio à adubação com PK proporcionou um aumento médio de 33%. Não houve diferença entre os tipos de adubo nitrogenado usados, bem como entre as doses de N empregadas.

### 1 — INTRODUÇÃO

A cultura do milho é exigente em nitrogênio, retirando do solo, para uma produção de 2 000 kg de grãos, 47 kg de N, conforme tabela organizada pela Comissão de Fertilidade do Solo, do Instituto Agrônomo de Campinas (1).

Embora a exigência de nitrogênio seja grande e os nossos solos relativamente pobres neste elemento, poucas são as experiências que revelam efeito dos adubos nitrogenados, quando aplicados nos sulcos de plantio.

São conhecidos resultados de experiências realizadas nos Estados Unidos, onde também a aplicação nos sulcos deixava muito a desejar enquanto que a aplicação em cobertura dava resultados amplamente ani-

(\*) Recebido para publicação em 11 de agosto de 1958.

madores. Hoje, é o nitrogênio, em cobertura, largamente usado na cultura do milho naquele país, sendo recomendada em média a dose de 100 kg/ha, com a maior parte aplicada 30 a 40 dias após o plantio.

No Brasil parece que o mesmo fato se repetirá, a despeito de se basear esta hipótese em um número ainda relativamente pequeno de experiências. Mendes (2), realizando experiências em Piracicaba obteve inicialmente, com a aplicação de Salitre do Chile, logo após a germinação, resultados desanimadores enquanto que a aplicação em cobertura, na dose de 45 kg de N por ha, 40 a 50 dias após a germinação, deu um aumento médio de 49%, para três anos de aplicação.

Viégas, Catani e Freire (5), realizando experiências em Campinas, no período de 1949-50 a 1952-53, em terra-roxa-misturada, com aplicação parcelada de nitrogênio, chegaram à conclusão de que quanto mais fracionada a dose total e menor a porção aplicada no sulco de plantio, tanto maior é a resposta do milho à adubação azotada. Obtiveram um aumento médio de 20% com a aplicação do azoto.

Estas conclusões estão de acôrdo com pesquisas feitas em outros países, principalmente nos Estados Unidos (4), pelas quais foi possível verificar que o milho retira o nitrogênio do solo em quantidade apreciável, 15 a 20 dias antes do florescimento e, portanto, aos 45-50 dias após a sua germinação; no intervalo inicial, que vai da germinação até 30 dias após, o milho retira menos de 5% da quantidade total exigida.

Com o objetivo de pesquisar o efeito do nitrogênio, aplicado em cobertura, sobre a produção do milho, foram instaladas no ano-agrícola 1956-57, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, duas experiências que serão analisadas no presente trabalho .

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

As experiências foram instaladas em parcelas diferentes, de número 22 e 65, da Estação Experimental de Ribeirão Preto, em terra roxa-legítima, característica da região.

Os tratamentos foram os seguintes: 1) testemunha, sem adubo; 2) PK, na dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  (superfosfato) e 80 kg/ha de  $K_2O$  (cloreto de potássio) aplicados no sulco; 3) N1 PK, com aplicação adicional de 80 kg/ha de N na forma de Salitre do Chile, em cobertura; 4) N2 PK, com aplicação adicional de 160 kg/ha de N na forma de salitre, em cobertura; 5) N3 PK, com aplicação adicional de 80 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, em cobertura; 6) N4 PK, com aplicação adicional de 160 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, em cobertura.

As aplicações do nitrogênio em cobertura foram feitas aos 30, 60 e 80 dias após a germinação, respectivamente, com as doses de 30, 30 e 20 kg/ha de N. Para a dose de 160 kg/ha de N aplicou-se o dôbro das anteriores, em cada época. Os adubos nitrogenados foram aplicados em cobertura, dos dois lados da linha de plantas.

A adubação inicial de PK foi feita aplicando-se os adubos no fundo dos sulcos de plantio, que de propósito foram feitos um pouco mais fundos, tendo-se semeado o milho num outro sulco feito a enxada, no talude do sulco primitivo. Tomou-se êste cuidado para evitar o efeito depreciativo do potássio sôbre a germinação (6).

Os seis tratamentos foram distribuídos num delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Estas foram plantadas, duas com a variedade Cateto e duas com a Armour, no sentido de se generalizar mais as conclusões a serem obtidas. Utilizaram-se canteiros constituídos de cinco linhas de 10m de comprimento tendo sido colhidas as três linhas centrais, para efeito de julgamento.

As análises de terra, feitas pela Seção de Fertilidade do Solo, deram os resultados seguintes:

	Parcela	
	22	65
pH internacional -----	5,40	5,60
C% -----	2,28	2,26
N% -----	0,14	0,15
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> e. mg/100 g solo sêco -----	0,15	0,09
K <sup>+</sup> e. mg/100 g solo sêco -----	0,16	0,15
Ca <sup>++</sup> e. mg/100 g solo sêco -----	1,53	3,18
Mg <sup>+++</sup> e. mg/100 g solo sêco -----	0,40	1,18
Al <sup>+++</sup> + H <sup>+</sup> e. mg/100 g solo sêco -----	8,08	7,28
% de saturação -----	21,7	38,7
Relação C/N -----	16,6	15,3

O histórico destas parcelas, segundo informações colhidas na Estação Experimental de Ribeirão Preto, é apresentado a seguir.

**Parcela 22** — Ocupada com cafézal velho até o ano de 1934. Depois de arrancado êste, formou-se capineira, que foi mantida por 3 a 4 anos. Destruída a capineira instalou-se um ensaio de adubação mineral em 1938, com café novo, que foi mantido até o ano de 1945. Êste ensaio não conseguiu dar produções compensadoras e foi encerrado com apenas cinco produções. Depois de 1945, vem a referida área sendo cultivada com culturas anuais. Nas adubações destas, quando feitas, eram empregadas elevadas doses de fósforo.

**Parcela 65** — Ocupada com cafézal velho até o ano de 1936. Depois de arrancado o cafézal plantou-se cana, que permaneceu no terreno por três a quatro anos. Em seguida à cana plantaram-se culturas anuais, com adubações à base de fósforo.

No ano anterior ao plantio da experiência a parcela 22 ficou em repouso, com vegetação natural mais mucuna. A parcela 65 havia recebido mucuna por dois anos que foram seguidos de dois de milho, antes da instalação da experiência.

O plantio de ambas as parcelas foi feito em 31/10/1956. A primeira aplicação do nitrogênio, em 6/12/1956; a segunda, em 4/1/1957 e a terceira, em 22/1/1957.

A distribuição das chuvas, com boas precipitações entre os períodos de aplicação do nitrogênio, conforme mostra o quadro 1, foi favorável à penetração dos nitratos e, portanto, à reação dos adubos nitrogenados, quando aplicados parceladamente. A germinação foi muito boa, em consequência de ter sido feito o plantio (31/10/56) em terreno com bastante umidade. Logo após a germinação sobreveio um período bastante seco, que só não chegou a prejudicar o "stand" final devido aos cuidados tomados em se usar maior número de sementes e fazer dois desbastes.

QUADRO 1. — Chuvas e temperaturas máximas e mínimas, por décadas, registradas durante o decorrer das experiências

Décadas	Meses	Chuvas	Temperaturas médias	
			Máxima	Mínima
		<i>mm</i>	<i>°C</i>	<i>°C</i>
1-10	Outubro 56	0,0	32,3	16,0
11-20	"	36,4	30,2	15,8
21-31	"	221,1	29,0	15,9
1-10	Novembro 56	1,1	29,8	14,9
11-20	"	2,6	31,2	15,2
21-31	"	18,7	28,9	15,7
1-10	Dezembro 56	99,0	31,6	17,6
11-20	"	59,5	31,4	17,7
21-31	"	77,7	29,5	17,4
1-10	Janeiro 57	53,2	30,7	17,8
11-20	"	125,7	28,1	19,1
21-31	"	55,7	31,0	18,2
1-10	Fevereiro 57	105,5	28,9	18,5
11-20	"	120,0	28,8	18,3
21-31	"	77,5	28,2	16,8

### 3 — RESULTADOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados das experiências, apresentados em kg de espigas por linha de 10 m de comprimento, estão reunidos nos quadros 2 e 3.

QUADRO 2. — Produções de milho em espigas, em kg por linhas de 10 m de comprimento, na Parcela 65

Tratamentos	B L O C O S				Totais Tratamentos
	I	II	III	IV	
Testemunha .....	1,31	3,79	1,97	1,74	8,81
PK .....	3,78	4,14	3,07	4,40	15,39
N1PK .....	4,83	5,90	3,74	5,44	19,91
N2PK .....	5,42	5,69	3,60	6,02	20,73
N3PK .....	4,82	6,10	3,68	5,82	20,42
N4PK .....	4,62	4,86	5,51	5,54	18,56
Totais Blocos .....	24,78	30,48	19,60	28,96	103,82

QUADRO 3. — Produções de milho em espigas, em kg por linhas de 10 m de comprimento, na Parcela 22

Tratamentos	B L O C O S				Totais Tratamentos
	I	II	III	IV	
Testemunha .....	3,23	1,65	2,92	3,66	11,46
PK .....	4,14	3,60	4,19	4,32	16,25
N1PK .....	6,11	6,26	4,91	5,74	23,02
N2PK .....	6,26	5,55	5,84	5,76	23,41
N3PK .....	5,95	4,80	6,00	4,88	21,63
N4PK .....	5,10	5,73	5,55	4,98	21,36
Totais Blocos .....	30,79	27,59	29,41	29,34	117,13

As três linhas centrais de cada canteiro foram colhidas e pesadas separadamente e daí a apresentação na base de uma linha.

As análises estatísticas dos dados de produção, para cada parcela, são apresentadas nos quadros 4 e 5.

QUADRO 4. — Análise da variância dos dados do Quadro 2, correspondentes à Parcela 65

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	F
Blocos .....	3	11,88		
Tratamentos .....	5	26,41		
Adubação x Testemunha .....	1	21,64		
NPK x PK .....	1	4,08	4,08	15,11**
Salitre x Sulfato .....	1	0,17		
Doses Salitre .....	1	0,09		
Doses Sulfato .....	1	0,43		
Erro .....	15	4,12	0,27	
Total .....	23	42,81		

Coefficiente de variação = 12,1%

QUADRO 5. — Análise da variância dos dados do Quadro 3, correspondentes à Parcela 22

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	F
Blocos	3	0,86		
Tratamentos	5	27,72		
Adubação x Testemunha	1	19,50		
NPK x PK	1	7,45	7,45	24,03**
Salitre x Sulfato	1	0,74	0,74	2,38
Doses de Salitre	1	0,01		
Doses de Sulfato	1	0,02		
Erro	15	4,72	0,31	
Total	23	33,30		

Coefficiente de variação = 11,5%

Fêz-se a decomposição da soma de quadrados devida aos tratamentos em componentes ortogonais, o que permitiu verificar o efeito do nitrogênio e as diferenças entre tipos de adubos nitrogenados e entre doses de N, dentro de cada tipo (3).

#### 4 — CONCLUSÕES

As duas experiências foram muito concordantes em seus resultados e, assim, as conclusões são as mesmas, conforme mostram as análises estatísticas. Por estas pode-se concluir o seguinte:

a) a adubação química NPK mostrou um efeito altamente significativo; em relação às testemunhas, para a parcela 22 este efeito foi de 41,7% e para a parcela 65, de 74,7%;

b) o efeito da adubação nitrogenada, dado pela comparação (N1 + +N2 + N3 + N4) PK — 4PK, foi também altamente significativo; este efeito foi de 37,5% para a parcela 22 e de 29,3%, para a parcela 65;

c) a diferença entre tipos de adubos, dada pela comparação N1 + N2 — — N3 — N4, não foi significativa, indicando que se pode aplicar indistintamente qualquer dos adubos nitrogenados usados;

d) as diferenças entre as doses dentro de cada tipo de adubo nitrogenado não foram significativas, indicando ser a dose de 80 kg/ha de N suficiente, para as condições em que se realizaram as experiências; embora a dose de 160 kg/ha de N possa ser considerada exagerada não teve efeito depressivo sobre a produção.

#### NITROGEN FERTILIZERS FOR CORN

#### SUMMARY

This paper reports the results of two experiments carried out in Ribeirão Preto experiment station to study the effects of two nitrogen fertilizers, Chilean nitrate and

ammonium sulfate on corn yield. The levels of N used were 80 and 160 kg per hectare applied as side-dressing at 30, 60 and 80 days after the germination. The types and levels of N were compared in presence of PK that were applied in the furrow at planting time, respectively as superphosphate and potassium chloride, both in the amount of 80 kg per hectare. Two other treatments, no fertilizer and PK alone were included as controls.

The results indicated that the application of PK increased the yield in 50% in relation to the check. No differences were found between types and levels of N. Both levels of N increased the yield in 33% when compared with that of the PK treatment.

#### LITERATURA CITADA

1. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Extração de elementos nutritivos do solo por diversas culturas. Campinas, Instituto agrônômico, 1954. [cartaz]
2. MENDES, CARLOS TEIXEIRA. Adubações azotadas. Rev. Agric., Piracicaba 23:271-289. 1958.
3. SNEDECOR, GEORGE W. Statistical methods. Iowa, The Iowa State College Press. 1956. p. 239-333.
4. TISDALE, S. T., NELSON, W. L., WELCH, C. D. [e outros]. Sources of nitrogen in crop production. North Carolina Agricultural Experiment Station, 1952. 62 p. (Bulletin n.º 96)
5. VIÉGAS, G. P., CATANI, R. A., & FREIRE, E. S. Adubação do milho. IV — Adubação azotada em cobertura. Bragantia 14:[179]-192. 1955.
6. ————— & FREIRE, E. S. Adubação do milho. VI — Ensaio sobre métodos de aplicação de adubos. Bragantia 15:[1]-20. 1955.