



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 38

Campinas, setembro de 1979

N.º 17

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO MINERAL NPK SOBRE A QUALIDADE DA SEMENTE DE MILHO (1)

JOCELY A. MAEDA, *Seção de Sementes*, EDUARDO SAWAZAKI e CELSO VALDEVINO POMMER (2), *Seção de Milho e Cereais Diversos, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Colhendo as sementes de um ensaio permanente de adubação mineral NPK de milho, procurou-se avaliar possíveis efeitos da aplicação de fertilizantes sobre algumas características de qualidade da semente.

Foram feitas as determinações seguintes: peso de cem sementes, teor de umidade inicial, porcentagem de germinação e testes de vigor (envelhecimento rápido e primeira contagem). A porcentagem de germinação e a primeira contagem foram realizadas desde o primeiro mês após a colheita e, subseqüentemente, de seis em seis meses, num total de 25 meses de armazenamento em condições de laboratório.

A principal observação foi um efeito negativo marcante do fósforo, tanto isolado quanto em interação com um ou mais elementos, sobre a porcentagem de germinação. Pelo teste de vigor (primeira contagem), a qualidade das sementes não foi influenciada pela adubação nas diversas épocas de armazenamento.

Na maioria dos casos estudados, as características de produção de grãos e peso de cem sementes correlacionaram-se negativamente com características de qualidade da semente.

1. INTRODUÇÃO

Dosagens de nitrogênio, fósforo e potássio são testadas no sentido de aumentar, em níveis quantitativos, a produção de grãos; no entanto, pouca atenção tem sido dada para a pro-

dução da semente que se destina ao plantio. A semente básica, fornecida aos lavradores, deve apresentar a melhor qualidade possível, seguindo os padrões mínimos necessários.

(1) Trabalho apresentado na 12.ª Reunião Brasileira de Milho e Sorgo — Goiânia (GO), 19 a 26 de julho de 1978. Recebido para publicação em 2 de março de 1979.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

O poder germinativo das sementes, avaliado pelo teste padrão de germinação, fornece informações úteis para fins de comercialização e densidade de semeadura, porém não prediz o comportamento de um lote de sementes em condições de campo.

Os testes de vigor avaliam as transformações degenerativas mais sutis, não detectadas pelo teste de germinação, propiciando melhor comparação entre o desempenho potencial de diferentes lotes (9). A inclusão do teste de vigor em pesquisa de semente, ao lado da medida de viabilidade, oferece maior significância aos resultados (4). RICE (10) estudou diferentes métodos de medida de vigor em milho, concluindo que o "cold test" é o mais apropriado, e apontou o teste de comprimento de raiz como comparativo ao "cold test".

No presente trabalho, estudou-se o efeito de N, P e K no peso, germinação e vigor da semente de milho por ocasião da colheita e durante o armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas neste ensaio foram do híbrido IAC Hmd 6999-B provenientes da Seção de Milho e Cereais Diversos, oriundas do "ensaio permanente de adubação mineral NPK", iniciado em 1935/36, no Centro Experimental de Campinas, contando com doze tratamentos, com quatro níveis de adubação e com três repetições. Foram utilizadas sementes de 1974/75 do referido projeto, instalado em novembro de 1974 e colhido em maio de 1975. Dos doze tratamentos, foram empregados apenas oito, formando um fatorial 2³.

Tratamentos	Níveis de adubação		
	N	P	K
1. Testemunha	0 ... 0 ... 0		
2. N	40 ... 0 ... 0		
3. P	0 ... 40 ... 0		
4. K	0 ... 0 ... 25		
5. NP	40 ... 40 ... 0		
6. NK	40 ... 0 ... 25		
7. PK	0 ... 40 ... 25		
8. NPK	40 ... 40 ... 25		

O nitrogênio foi utilizado na forma de sulfato de amônio, o fósforo na forma de superfosfato simples e, o potássio, na de cloreto de potássio.

Após a colheita, as sementes dos diversos tratamentos foram passadas pela peneira 20 a fim de eliminar o efeito do seu tamanho, trabalhando-se assim com um material mais homogêneo. Em seguida, foram determinados o teor de umidade e o peso de cem sementes e executados os testes de germinação, primeira contagem (vigor) e envelhecimento rápido (vigor). As sementes foram sujeitas a um tratamento com o inseticida Malathion a 2,0% e, em seguida, armazenadas. Um mês após a colheita e, depois, de seis em seis meses, foram executados os testes de germinação e primeira contagem (vigor), até 25 meses de armazenamento.

Os testes de laboratório tiveram a seguinte especificação (3, 9):

— **Peso de cem sementes:** Pesam-se oito repetições de cem sementes, calculando-se variância, desvio-padrão e coeficiente de variação dos valores. Se o coeficiente de variação não ultrapassar 4,0%, o peso de cem

sementes é obtido pela média aritmética dos valores.

— **Determinação do teor de umidade:** Em estufa elétrica de desidratação, com ventilação adequada mas não forçada, temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, em duas repetições de 100 gramas.

— **Teste de germinação:** De acordo com as "Regras para Análise de Sementes" (BRASIL, 3), constando de quatro repetições de cinquenta sementes. Estas são colocadas em papel-toalha umedecido em água e mantidas no germinador à temperatura de $20-30^{\circ}\text{C}$, sendo a primeira contagem feita aos quatro e, a final, aos sete dias do plantio.

— **1.º Teste de vigor:** No teste de envelhecimento rápido, as adversidades impostas às sementes são alta temperatura, alta umidade e tempo de permanência na câmara. A umidade relativa aplicada foi de 100% e, em testes preliminares, testaram-se várias temperaturas e horas de câmara, estabelecendo-se, como melhor, aquela que trouxe melhores distinções entre tratamentos. Para tanto, ficou definido 42°C durante 72 horas para os lotes em questão.

— **2.º Teste de vigor:** No teste de primeira contagem, anota-se aos quatro dias apenas o número de plântulas normais com comprimento de raiz igual ou superior a 40mm (comprimento esse determinado por testes preliminares).

Para todas as análises de variância efetuadas, utilizou-se o fatorial 2^3 . Os dados de porcentagem de germinação, de primeira contagem e de envelhecimento rápido, foram transformados em $\sqrt{\%}$. Para os casos

em que ocorreram valores iguais a 0 (zero), usou-se $\% = 25/n$, onde n é o número de sementes por teste; para os casos em que ocorreram valores iguais a 100 (cem), usou-se $\% 100 - 25/n$ (1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do quadro 1, para produção de grãos, mostram que apenas as médias dos tratamentos N, K e NK foram iguais à testemunha, e os tratamentos com P foram todos iguais entre si e superiores àqueles sem P.

Analisando os dados de 39 anos desse ensaio, MIRANDA et alii (8) verificaram que a reação da planta à aplicação de P tem aumentado com o decorrer dos anos, significando sua maior dependência ao fertilizante aplicado ou menor disponibilidade de fósforo no solo.

Para o peso de cem sementes, as médias dos tratamentos com N foram superiores à testemunha.

O fato de o tratamento PK ter apresentado maior média, comportando-se igual ao NPK, pode ser atribuído à própria interação dos elementos, ou a alguma contaminação com N.

Nos resultados da análise de variância para os testes de germinação (quadro 2), nota-se que houve um efeito significativo a 1% do fósforo, em quatro dos cinco períodos de armazenamento. Para os testes de vigor, a análise de variância mostra que a ocorrência da significância dos tratamentos foi mais ou menos aleatória, sendo mais consistentes os efeitos do P e das interações PK e NPK.

QUADRO 1. — Resultados da análise da variância e das médias dos tratamentos, para produção de grãos e peso de cem sementes, e médias das porcentagens de umidade inicial, 1974/75

Causas da variação	G.L.	Produção de grãos	Peso de cem sementes	Tratamentos			Produção de grãos	Peso de cem sementes	Umidade inicial
				N	P	K			
Repetição	3	*	n.s.	N	P	K	kg/24m ²	g	%
Tratamentos	7	**	n.s.	0	0	0	4,62bc	22,05c	10,7
Efeito N	1	**	**	40	0	0	6,18b	23,50b	10,6
Efeito P	1	**	**	0	40	0	6,93a	21,55cd	11,0
Efeito K	1	n.s.	**	0	0	25	3,83c	20,83d	10,4
Int. NP	1	*	**	40	40	0	8,13a	23,16b	10,9
Int. NK	1	*	n.s.	40	0	25	4,87bc	23,47b	10,4
Int. PK	1	**	**	0	40	25	8,57a	25,03a	10,8
Int. NPK	1	n.s.	**	40	40	25	7,92a	24,81a	10,6
C.V. (%)		10,4	2,35	Médias			6,38	23,05	10,7
				Tukey 5% crms			1,92	0,86	

*, ** Significativos, respectivamente, aos níveis de 5 e 1%, pelo teste F.
n.s. não significativo, pelo teste F.

OBS.: As médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 2. — Resultados da análise da variância dos testes de germinação (G) e de vigor (primeira contagem) (V) em diversos períodos de armazenamento, e do teste de vigor pelo envelhecimento rápido

Causas da variação	G. L.	Envelhecimento rápido	Número de meses de armazenamento												
			1		7		13		19		25				
			G	V	G	V	G	V	G	V	G	V			
Repetição	3	n.s.	n.s.	*	n.s.										
Tratamentos	7	n.s.	*	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	*	n.s.	n.s.
Efeito N	1	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.									
Efeito P	1	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.
Efeito K	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Int. NP	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Int. NK	1	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Int. PK	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
Int. NPK	1	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
C.V. (%)		6,1	6,4	5,5	5,3	6,5	7,4	10,6	6,5	15,1	5,2	21,1			

*, ** Significativos, respectivamente, aos níveis de 5 e 1%, pelo teste F.
n.s. não significativo, pelo teste F.

Pelo quadro 3 — médias dos tratamentos quanto à porcentagem de germinação — verifica-se que o tratamento PK teve a média mais baixa, sendo inferior a NK, tanto no início como no fim do período de armazenamento. Só a partir de 19 meses de armazenamento alguns tratamentos foram significativamente inferiores à testemunha. No último teste, os tratamentos P, PK e NPK tiveram germinação inferior à testemunha, significativamente a 5% pelo teste de Tukey.

já para o potássio, ocorreu uma tendência de declínio e, para o fósforo, houve um declínio mais acentuado iniciado aos 19 meses de armazenamento. As diferenças entre cada elemento também podem ser evidenciadas pelo coeficiente de regressão. Os tratamentos NP e NK tiveram a sua germinação pouco afetada com o decorrer do tempo de armazenamento. Entretanto, para PK notou-se, desde o primeiro teste, um efeito depreciativo sobre a porcentagem de germinação, a qual se man-

QUADRO 3. — Médias das porcentagens de germinação em diversos períodos de armazenamento

Tratamentos				Número de meses de armazenamento				
N	P	K		1	7	13	19	25
0	0	0	(T)	96,0ab	96,0	98,0	98,5ab	97,5a
40	0	0	(N)	98,0ab	99,0	95,0	97,0ab	96,0ab
0	40	0	(P)	96,0ab	96,0	96,0	95,5ab	91,5b
0	0	25	(K)	98,0ab	99,0	98,0	97,0ab	95,0ab
40	40	0	(NP)	96,0ab	99,0	97,0	96,0ab	96,5ab
40	0	25	(NK)	100,0a	98,0	97,0	99,0a	98,0a
0	40	25	(PK)	92,0b	94,0	93,0	95,5ab	91,0b
40	40	25	(NPK)	96,0ab	96,0	97,0	92,0b	92,5b
Médias				96,5	97,1	96,4	96,3	94,8

OBS.: As médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

O comportamento de cada tratamento pode ser mais bem evidenciado nas figuras 1 e 2, onde se pode ver que as médias do tratamento com nitrogênio variaram muito pouco com o decorrer do tempo de armazena-

teve baixa até o teste final, quando apresentou a menor média. O tratamento NPK foi o que sofreu o maior declínio, iniciado a partir do 13.º mês de armazenamento e estabilizando-se a partir do 19.º mês, em nível baixo.

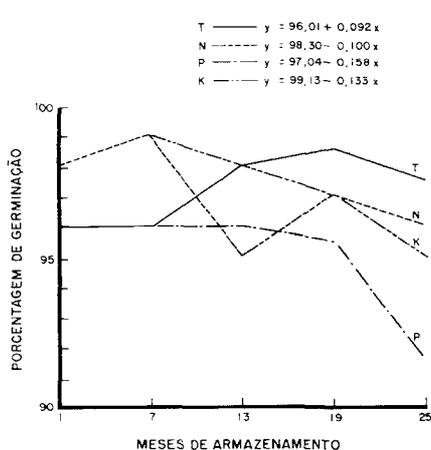


Figura 1. - Variação na porcentagem de germinação dos tratamentos com apenas N, P ou K comparados com a testemunha, com o decorrer do tempo de armazenamento

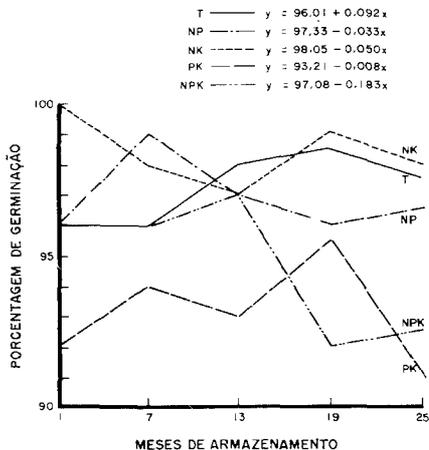


Figura 2. - Variação na porcentagem de germinação dos tratamentos com interações entre N, P e K, comparados com a testemunha, com o decorrer do tempo de armazenamento

De modo geral, os tratamentos com fósforo foram os que mais sofreram com o armazenamento, indicando um possível efeito depreciativo do elemento na germinação. ARNON (2) demonstrou que a aplicação de fertilizante fosfatado aumentou bastante o teor de fósforo no grão e, talvez, mais que proporcionalmente, o fósforo inorgânico, embora EARLY & DETURK (5) afirmem que, no grão maduro, 90% do fósforo se encontra na forma de fitina. O efeito do fósforo na germinação parece estar relacionado com a atividade da fitase. MATHESON & STROTHER (7) encontraram um acréscimo extraordinário na atividade da fitase durante a germinação de sementes de trigo, com simultâneo decréscimo na quantidade de fitatos na semente. Esses autores afirmaram que a concentração de

fosfato inorgânico no tecido deve ser o mecanismo controlador da atividade da fitase. Assim, uma explicação plausível para o efeito depreciativo do fósforo na germinação da semente seria que o aumento do fósforo inorgânico estaria inibindo ou reduzindo a atividade da fitase durante a germinação.

Pelas médias dos tratamentos do quadro 4, nota-se que houve diferenças entre elas nos testes de primeira contagem no 1.º e 19.º mês de armazenamento, sendo que a do tratamento NPK foi a mais baixa em ambos. Em geral, houve sensível declínio na média de todos os tratamentos a partir do 7.º mês, evidenciando efeitos da deterioração no vigor da semente. Segundo GILL & DELOUCHE (6), a primeira contagem

QUADRO 4. — Médias dos testes de vigor de envelhecimento rápido e de primeira contagem nos diversos períodos de armazenamento

Tratamentos				Envelhecimento rápido	Primeira contagem				
N	P	K			1 mês	7 meses	13 meses	19 meses	25 meses
				%	%	%	%	%	%
0	0	0	(T)	98,0	95,0ab	86,5	52,0	14,0a	4,0
40	0	0	(N)	98,5	97,5a	91,5	67,5	23,0a	3,5
0	40	0	(P)	96,0	95,5ab	92,0	71,0	20,5a	5,0
0	0	25	(K)	97,0	96,5a	94,0	64,5	20,5a	7,5
40	40	0	(NP)	97,0	89,0b	90,5	59,5	23,0a	6,0
40	0	25	(NK)	99,0	94,5ab	93,0	55,5	19,5a	5,0
0	40	25	(PK)	94,5	90,5ab	88,0	60,0	14,5a	5,5
40	40	25	(NPK)	94,5	88,0b	90,0	60,5	7,5b	6,0
Médias				96,8	93,3	90,7	61,3	17,8	5,3

OBS.: As médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

e a velocidade de crescimento dos "seedlings" são as medidas mais práticas, consistentes e sensíveis do progresso da deterioração das sementes, ao contrário da porcentagem de germinação, que é o índice menos sensível. As médias do teste de "envelhecimento rápido" não apresentaram diferenças pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

No quadro 5 encontram-se os coeficientes de correlação linear simples entre as diversas características estudadas. É de notar o fato de que vigor (envelhecimento rápido e primeira contagem) e porcentagem de germinação, são correlacionados negativamente com características como peso de cem sementes e produção de grãos. Se lembrarmos agora que o P, sozinho ou em interação, serviu

para aumentar a produtividade e o peso de cem sementes e apresentou efeitos negativos, por exemplo, na porcentagem de germinação, o fato ora citado parece reenfatizar as observações. O vigor medido pelo teste de envelhecimento rápido correlacionou-se positivamente com a porcentagem de germinação. Entretanto, com a primeira contagem, os valores foram mais ou menos aleatórios, indicando, pelo menos, a falta de correlação entre os dados.

4. CONCLUSÕES

a) Os testes de germinação, apesar de terem apresentado médias acima de 90%, foram os que melhor

QUADRO 5. — Valores dos coeficientes de correlação linear simples entre as características estudadas

Parâmetros	Produção de grãos	Peso de cem sementes	Envelhecimento rápido
Produção de grãos	—	0,70	-0,63
Envelhecimento rápido	-0,63	-0,41	—
Germinação = 1.º mês	-0,70	-0,40	0,78*
7.º mês	-0,44	-0,41	0,67
13.º mês	-0,63	-0,60	0,40
19.º mês	-0,71*	-0,45	0,86**
25.º mês	-0,61	-0,27	0,90**
1.ª contagem = 1.º mês	-0,76*	-0,66	0,66
7.º mês	-0,35	-0,40	0,29
13.º mês	0,17	-0,25	-0,22
19.º mês	-0,24	-0,49	0,60
25.º mês	0,01	-0,18	-0,43

* Teste t significativo a 5%.

** Teste t significativo a 1%.

distinguiram os efeitos dos elementos isolados ou em interação.

b) O fósforo afetou negativamente a germinação, enquanto o nitrogênio e o potássio pouco influíram.

c) O aumento da produção de grãos, devido principalmente ao efeito do fósforo, mostrou correlacionar-se negativamente com qualidade de semente.

INFLUENCE OF NPK FERTILIZATION ON THE QUALITY OF CORN SEED

SUMMARY

Evaluation of possible effects of mineral nutrition on seed quality characteristics was made using seed of a permanent corn fertilization trial.

The following determinations were made: 100 seeds weight, initial humidity content, germination percentage and vigor test (accelerated aging and first count). The first determination of germination percentage and first count was made after one month following of harvest and later every six months until 25 months of storage under laboratory conditions.

The results showed that there was a main negative effect of phosphorus, either alone or interaction with N or K on the germination percentage. Vigor test (first count) did not show influence of fertilization on seed quality at the different periods of storage.

In most of the tests, grain yield and 100 seeds weight were negatively correlated with seed quality characteristics.

LITERATURA CITADA

1. ABRAMIDES, E. As técnicas especiais e os planejamentos mais adequados nas pesquisas agronômicas de campo. Campinas, Instituto Agronômico, 1964. 11p. (Boletim, 147)
2. ARNON, I. Mineral nutrition of maize. Bern, International Potash Institute, 1975. 452p.
3. BRASIL, Ministério da Agricultura. Divisão Técnica de Sementes e Mudaz. Regras para análise de sementes. Brasília, 1976. 188p.
4. DELOUCHE, J. C. & CALDWELL, W. P. Seed vigor and vigor tests. Proc. Ass. off. Seeds Analyst, 50:124-129, 1960.
5. EARLY, E. B. & DETURK, E. E. Time and rate of synthesis of phytin in corn grain during the reproductive period. J. Am. Soc. Agron., 36:803-814, 1944.
6. GILL, N. S. & DELOUCHE, J. C. Deterioration of seed corn during storage. Proc. Ass. off. Seed. Analyst, 63:33-50, 1973.
7. MATHESON, N. K. & STROTHER, S. The utilization of phytate by germinating wheat. Phytochemistry, 8:1349-1354, 1969.
8. MIRANDA, L. T. DE; MIRANDA, L. E. C.; POMMER, C. V. & SAWAZAKI, E. Efeito da adubação mineral em um ensaio permanente de milho. Estudos preliminares. Campinas, Instituto Agronômico, 1976. 8p. (Não publicado)
9. POPINIGIS, F. Qualidade fisiológica de sementes. Semente, Brasília, 1(1):65-80, 1975.
10. RICE, J. C. Evaluation of seed vigor in corn with tetrazolium as compared with other methods. Mississippi State University, 1959. (PhD Thesis)