

A FERTILIDADE DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO, O PESO E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES DE MILHO¹

SILVIO MOURE CÍCERO, FRANCISCO FERRAZ DE TOLEDO, LUIZ EDUARDO GUTIERREZ
e HUMBERTO DE CAMPOS²

RESUMO - Estudou-se a relação entre dois níveis de fertilidade do solo com a produção, o peso e a composição química das sementes de milho (*Zea mays* L.), num experimento com doze cultivares, na Fazenda Agroceres, Município de Santa Cruz das Palmeiras, SP, em solos que apresentavam dois níveis de fertilidade bem distintos. Para o solo de maior fertilidade, fez-se, segundo as exigências da cultura do milho e baseado na análise química do solo, adubação contendo N, P, K, B, Cu, Mo e Zn; para o nível mais baixo de fertilidade não se fez adubação. No ensaio de campo, foram estudados também os efeitos sobre o número de plantas quebradas e/ou acamadas, o número de espigas sadias e o número de espigas atacadas por pragas e/ou moléstias. O peso das sementes, a proteína solúvel, os açúcares redutores, a matéria graxa e a matéria seca foram determinados em duas épocas. Analisando-se os dados e interpretando-se os resultados, observou-se que: a) o nível mais alto de fertilidade do solo proporcionou uma maior produção, maior número de espigas sadias e também maior peso das sementes, não ocorrendo o mesmo em relação à composição química das sementes, a qual apresentou valores semelhantes para os dois níveis de fertilidade; b) o número de plantas quebradas e/ou acamadas foi maior para o nível de fertilidade menor; enquanto que o número de espigas sadias foi maior no solo de maior fertilidade; e c) de maneira geral, o comportamento entre as cultivares foi semelhante para as características estudadas.

Termos para indexação: *Zea mays* L., fertilidade, produção de sementes.

THE SOIL FERTILITY AND ITS RELATION WITH THE PRODUCTION, THE WEIGHT AND THE CHEMICAL COMPOSITION OF CORN SEEDS

ABSTRACT - The objective of the present work was to study the soil fertility and its relation with the production, the weight and the chemical composition of twelve corn (*Zea mays* L.) cultivars seeds. The field test was carried out in soils with two distinct fertility levels. In the soil with the higher fertility a mineral fertilization containing N, P, K, B, Cu, Mo, and Zn was applied according to the corn crop requirements and the soil chemical analyses. In the soil with the lower fertility, any mineral fertilization was made. In the field test, the effects of soil fertility on the number of broken and/or layered plants, the number of healthy cobs and the number of cobs damaged by insects and/or diseases were also studied. Seeds weight soluble protein, reductor sugars, lipids and dry matter were determined in two different times. The analyses of data and the interpretation of the results led to following conclusions: a) although the higher soil fertility level had gave higher production, higher number of healthy cobs and higher seeds weight, the same did not occur in relation to seed chemical composition, once the two soil fertility levels had the same behavior in relation to this characteristic; b) the number of broken and/or layered plants was higher in the lower soil fertility level, while the number of healthy cobs was higher for the higher soil fertility level; c) the effects of the fertility levels were significant in relation to the seeds weight; for ten of the twelve tested cultivars, the weight was higher in the higher soil fertility level; d) in general, the behavior among the cultivars was similar in the studied characteristics.

Index terms: *Zea mays* L. fertility, seed production.

INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento vegetativo, as plantas acumulam reservas que são posteriormente translo-

cadadas para as sementes. Assim, um fornecimento adequado dos nutrientes, aliado a outros fatores, assegura um bom desenvolvimento inicial das plantas, pela manutenção de uma superfície foliar fisiologicamente ativa, que, em retorno, produz metabolitos e reguladores de crescimento necessários para o desenvolvimento das flores, frutos e sementes.

Julga-se importante que o acúmulo de reservas nas sementes seja realizado em quantidade e forma adequadas, uma vez que o crescimento inicial da plântula depende dessas substâncias nutritivas.

Segundo Delouche (1972), a fertilidade do solo não

¹ Aceito para publicação em 29 de julho de 1980. Trabalho apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Sementes.

² Engº Agrº, Ph.D., Professor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Caixa Postal 9, CEP 13.400, Piracicaba, SP.

tem muito efeito na qualidades das sementes, embora possa reduzir a produção a níveis bastante baixos. Também para Austin (1972), as deficiências minerais afetam predominantemente o número de sementes produzidas, mas, a não ser que a deficiência seja severa, tem efeito relativo menor sobre a composição da semente.

Os efeitos dos nutrientes sobre a produção de sementes de milho foram estudados por alguns pesquisadores; assim, segundo Airy et al. (1960), deve-se dar importância a quantidades adequadas de fertilizantes fornecidas ao solo para a produção de sementes, pois afetam a uniformidade de todo o campo e contribuem para a obtenção de altas produções com sementes de alta qualidade. Peaslee (1977) verificou que a deficiência do nitrogênio causou diminuição na produção de sementes; por outro lado, Mazaeva (1955) observou que aplicações de magnésio proporcionaram aumento na produção de sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por Szukalski (1969), o qual verificou haver efeitos favoráveis da aplicação de magnésio sobre o peso das sementes.

Malavolta & Gargantini (1966) referindo-se ao milho, afirmam que há muitos trabalhos na literatura que relacionaram a adubação, particularmente a nitrogenada, com a produção e a qualidade dos grãos, e que é aceito, de maneira geral, que a adubação nitrogenada aumenta o teor de proteína no grão, enquanto que o emprego de fósforo e potássio tem pouco efeito. Já para Welch (1969), citado por Malavolta & Dantas (1978), em alguns experimentos norte-americanos, tanto o nitrogênio quanto o fósforo e o potássio aumentaram a percentagem de óleo dos grãos de milho.

Segundo Hunter & Yungen (1955), citados por Malavolta & Gargantini (1966), em resposta às doses crescentes do nitrogênio, o conteúdo protéico do grão de milho continua a aumentar, ainda que a produção não o faça. Resultado semelhante foi obtido por Barber & Olson (1978) citados por Malavolta & Dantas (1978).

Para Protesenko et al. (1969), Shabalin et al. (1965) e Lalamov & Biasov (1969), citados por Malavolta & Dantas (1978), aplicações de cobre, manganês, molibdênio e zinco proporcionaram aumento no teor de proteína dos grãos, enquanto que para Udovenko & Bezlyuont (1966), também citados por Malavolta & Dantas (1978), o cloro em excesso diminui aquele teor.

Como se pode observar, os trabalhos sobre o assunto ora abordado não são numerosos, e, praticamente, não existem, no Brasil, trabalhos sobre esta área. Assim, foi planejada esta pesquisa com o objetivo principal de relacionar a fertilidade do solo com a produção, o peso e a composição química das sementes de cultivares de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Latossolo Roxo da Fazenda Agroceres, no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP, sendo dividido em duas partes distintas quanto à sua fertilidade: uma, denominada "nível de fertilidade A", que nos quatro anos anteriores à instalação do presente ensaio recebeu adubações normais, de acordo com as análises das suas propriedades químicas; a outra, denominada "nível de fertilidade B", que também recebeu adubações nesse período, porém, em quantidades bem menores.

Antes da instalação do ensaio, foram retiradas amostras do solo com a finalidade de avaliar as propriedades químicas do mesmo. Os resultados encontram-se reunidos na Tabela 1.

Foram utilizadas doze cultivares de milho (*Zea mays* L.), cujas sementes eram provenientes da firma "Sementes Agroceres S.A.": M110, CME x M206-Inh, Dge, Tge x M206-Inh, Ag 162/5 Ban., AG 152/R Pal., Dg, 1953 x F, M102, 1953 x 1092, CME e M105, sendo denominados, respectivamente, por tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

O delineamento experimental utilizado no ensaio de campo foi o de blocos casualizados, instalados nos dois níveis de fertilidade, cada um com duas repetições. As parcelas constaram de duas linhas, tendo cada uma delas 10 m de comprimento, espaçadas de 1 m entre si.

A adubação foi realizada por ocasião da semeadura, apenas na gléba denominada "nível de fertilidade A" e constou da aplicação de 10 kg/ha de N total + 40 kg/ha de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico 2% + 10 kg/ha de K_2O solúvel em água, em sulcos ao lado e em nível inferior ao das sementes; complementou-se a adubação aplicando-se boro, cobre, molibdênio e zinco com duas pulverizações, uma, 28 dias, e outra, 43 dias após a semeadura, sendo que em cada uma das pulverizações foram aplicados 400 g de boro, 200 g de cobre, 100 g de molibdênio e 500 g de zinco/ha. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada 50 dias após a semeadura, e utilizaram-se 40 kg/ha de N total.

A semeadura, ocorrida em 27.10.76, foi realizada em covas, distanciadas uma da outra por 50 centímetros na linha; em cada cova foram colocadas quatro sementes, e, posteriormente, após o desbaste, foram deixadas quatro plantas/m linear.

As ervas daninhas foram controladas por uma aplicação do herbicida Gesaprim, na base de 4 kg/ha, no mesmo dia e logo após a semeadura, e por uma capina mecânica, 28 dias após a semeadura.

Com a finalidade de controlar pragas (insetos), aplicou-se, por ocasião da semeadura e no fundo do sulco, o produto sistêmico granulado Furadan, na base de 40 kg/ha; dez dias após, aplicou-se em pulverização o inseticida Endrin, na dosagem de 2 l/ha; foram realizadas, ainda, mais duas aplicações de lagartocida granulado Agroceres, na base de 15 kg/ha, sendo as aplicações realizadas aos 26 e 38 dias após a semeadura.

Momentos antes da colheita, que foi realizada no dia 10.4.1977 (seis meses e três semanas após a se-

TABELA 1. Características químicas do solo onde foi conduzido o ensaio de campo e interpretação dos dados analíticos "a".

Locais	Nível de fertilidade A	Nível de fertilidade B
PO ₄ (ppm)	31,33 (alto)	9,07 (baixo)
K ⁺ (eq. mg/100 g)	0,43 (alto)	0,11 (médio)
Carbono orgânico (%)	2,08 (alto)	1,96 (alto)
Mg ⁺⁺ (eq. mg/100 g)	1,25 (alto)	0,58 (médio)
Ca ⁺⁺ (eq. mg/100 g)	2,45 (médio)	1,80 (baixo)
pH (em água)	5,5 (acidez média)	5,3 (acidez média)

"a": Segundo Catani & Jacintho (1974).

meadura), fez-se a contagem das plantas quebradas e/ou acamadas. As espigas foram colhidas manualmente, sendo, em seguida, realizada a contagem do número das sadias e das atacadas por pragas e/ou moléstias. Após o despalhamento manual, foram debulhadas mecanicamente e fez-se a pesagem das sementes em balança com sensibilidade de centésimos de quilograma. Imediatamente, a umidade das sementes foi determinada em estufa a 105°C por um período de 24 horas, segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, Ministério da Agricultura, 1976). As sementes tiveram seus pesos corrigidos para a umidade de 13%; essas correções foram efetuadas utilizando-se a fórmula encontrada em Tavares (1972).

Depois de secadas à sombra, as sementes sofreram um beneficiamento manual, com auxílio de peneiras, eliminando-se desta forma as impurezas. Posteriormente, com a finalidade de prevenir o ataque de pragas de armazenamento, foram tratadas com a mistura dos inseticidas Malathion 4% (5 partes) e DDT 50% (1 parte); utilizou-se 0,6 g da mistura por quilograma.

Depois do tratamento com inseticidas, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel "Kraft" e armazenadas em condições ambientais do Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP, onde permaneceram por um período de cinco meses, sendo que as determinações de laboratório foram efetuadas em duas épocas: junho e outubro de 1977.

Para a determinação do peso de mil sementes, utilizou-se uma balança com sensibilidade de décimos de grama, em oito subamostras por tratamentos e por repetições, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, Ministério da Agricultura, 1976). Paralelamente, determinou-se o teor de umidade das sementes, utilizando-se um aparelho de marca Steinlite. As sementes tiveram seus pesos corrigidos para umidade de 13%, utilizando-se a fórmula encontrada em Tavares (1972).

A proteína solúvel foi determinada pelo método de Lowry et al. (1951), após solubilização com NaOH 0,1N; os açúcares redutores, pelo método de Somogyi-Nelson, descrito por Jacobs (1958); a matéria graxa e matéria seca, segundo instruções descritas pela Association of Official Analytical Chemists (1970).

Com os dados obtidos foram realizadas as análises de variância usuais, com desdobramentos, onde necessários para a sua interpretação, dos graus de liberdade. Como parte complementar, foi aplicado o método de Tukey para o confronto entre as médias, ao nível de 5% de significância. Foram realizadas as análises individuais para cada nível de fertilidade, e, posteriormente a análise conjunta, reunindo os dois níveis de fertilidade.

Antes de serem submetidos à análise estatística, os dados obtidos do número de plantas quebradas e/ou acamadas e do número de espigas danificadas por pragas e/ou moléstias, foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Os dados obtidos da produção (kg/ha) e o número de espigas sadias foram analisados sem qualquer transformação.

Para os testes de laboratório, utilizou-se o delineamento de parcelas subdivididas, com as parcelas distribuídas em blocos casualizados e tendo como subparcelas as duas épocas de realização dos testes. Os dados obtidos das determinações da proteína solúvel, dos açúcares redutores, da matéria graxa e da matéria seca foram transformados em $\arcsin \sqrt{\text{percentagem}/100}$, previamente à análise estatística. Os dados obtidos do peso de mil sementes foram analisados sem qualquer transformação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados de produção revelou valor de F significativo ao nível de 1% de significância relativo apenas aos níveis de fertilidade. Na Tabela 2 encontram-se as médias obtidas para os dois

TABELA 2. Produção: médias obtidas para o efeito de níveis de fertilidade (kg/ha), e coeficiente de variação (C.V.), em percentagem.

	Nível de fertilidade A	Nível de fertilidade B
	6.712,15	5.091,21
C.V.	8,87	

níveis de fertilidade e o coeficiente de variação; como se pode observar, a produção foi maior para o nível de fertilidade A, confirmando aquelas observações feitas por Delouche (1972) e Austin (1972), segundo os quais a baixa fertilidade do solo pode acarretar produções bastante baixas. Os resultados também confirmaram aqueles obtidos por Mazaeva (1955), Szukalski (1969) e Peaslee (1977). Convém ressaltar que, embora tenha havido diferença de produção entre os dois níveis de fertilidade, a produtividade do nível de fertilidade B foi alta, uma vez que foi superior a 5.000 kg/ha.

Com relação ao número de plantas quebradas e/ou acamadas (Tabela 3), observou-se uma maior resistência para as plantas cultivadas no solo de maior nível de fertilidade, e isto pode ser atribuído ao maior vigor que estas plantas apresentavam, evidentemente por estarem melhor nutridas; entretanto, quando a interação níveis de fertilidade dentro de tratamentos foi desmembrada, observou-se que apenas para o tratamento 9 aquela maior resistência das plantas foi evidenciada. Houve também diferença no comportamento entre os tratamentos, sendo que os tratamentos 3 e 11 apresentaram maior resistência ao acamamento e à quebra de colmos do que os tratamentos 1, 8, 9 e 10.

Como se pode observar na Tabela 4, o número de espigas sadias também foi maior para as plantas cultivadas no solo de maior fertilidade, e isto pode também ser atribuído à melhor nutrição das plantas, que, desta forma, tiveram condições de oferecer maior resistência ao ataque de pragas e moléstias. Os tratamentos 2 e 8 foram os que apresentaram o melhor desempenho, uma vez que houve uma nítida vantagem

sobre os demais, principalmente sobre os tratamentos 3, 5, 6, 7 e 11.

Com relação ao peso de mil sementes (Tabela 5), o efeito dos níveis de fertilidade foi marcante, uma vez que somente para os tratamentos 2 e 8 o peso das sementes foi semelhante para os dois níveis de fertilidade, enquanto que para os outros dez esta característica foi superior para o nível de fertilidade A; pode-se considerar que estes resultados corroboram aqueles obtidos por Szukalski (1969), que observou haver efeito positivo de magnésio sobre o peso das sementes de milho. Observou-se, também, que o tratamento 11

TABELA 4. Número de espigas sadias: médias obtidas para o efeito de níveis de fertilidade e o coeficiente de variação (C.V.), em percentagem.

	Nível de fertilidade A (%)	Nível de fertilidade B (%)
	81,00	56,25
C.V.	7,93	

TABELA 5. Peso de mil sementes: médias obtidas para o efeito da interação níveis de fertilidade dentro de tratamentos (gramas), a diferença mínima significativa (D.M.S.) ao nível de 5%, e o coeficiente de variação (C.V.), em percentagem.

Tratamentos	Níveis de fertilidade	
	A	B
1	344,5	304,8
2	304,5	295,8
3	334,3	289,8
4	311,0	286,5
5	352,5	328,3
6	344,8	309,3
7	343,3	299,3
8	328,3	310,8
9	330,8	312,5
10	311,3	292,5
11	377,0	328,3
12	335,3	300,8
D.M.S.	18,0	
C.V.	3,4	

TABELA 3. Número de plantas quebradas e/ou acamadas: médias obtidas para o efeito de níveis de fertilidade (dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e dados originais) e o coeficiente de variação (C.V.), em percentagem.

Dados transformados		Dados originais	
Níveis de fertilidade			
A (%)	B (%)	A (%)	B (%)
3,57	4,53	15,58	21,63
C.V. 15,61			

apresentou maior peso de mil sementes do que os tratamentos 2 e 4.

A composição química (proteína solúvel, açúcares redutores e matéria graxa) bem como a matéria seca das sementes não foram afetadas pelos dois níveis de fertilidade; estes resultados estão de acordo com as afirmações feitas por Austin (1972), segundo o qual, a não ser que as deficiências minerais sejam severas, têm pouco efeito sobre a composição das sementes, e também para Malavolta & Gargantini (1966) as adubações fosfatadas e potássicas têm pouca influência sobre a composição química das sementes de milho. Entretanto, os resultados obtidos no presente trabalho não corroboram aqueles obtidos por vários pesquisadores citados por Malavolta & Dantas (1978). É importante ressaltar, novamente, que a produtividade foi alta no nível de fertilidade B, e desta forma não é de se estranhar que não houvesse diferença na composição química das sementes entre os dois níveis de fertilidade do solo.

Por outro lado, o comportamento entre os tratamentos com relação à proteína solúvel, açúcares redutores, matéria graxa e matéria seca foi semelhante, com exceção do tratamento 12, que apresentou um teor de açúcares redutores maior do que o tratamento 1. Nas duas épocas em que se realizou a determinação da composição química das sementes, observou-se que houve um comportamento semelhante para a proteína solúvel, açúcares redutores e matéria seca, sendo que apenas houve diminuição no teor de matéria graxa das sementes da primeira para a segunda época.

CONCLUSÕES

1. O nível mais alto de fertilidade do solo proporcionou uma maior produção, maior número de espigas sadias e, também, maior peso das sementes; entretanto, o mesmo não ocorreu em relação à composição química das sementes, a qual apresentou valores semelhantes para os dois níveis de fertilidade.

2. O número de plantas quebradas e/ou acamadas foi maior para o nível de fertilidade menor; e

3. O comportamento entre as cultivares foi, de maneira geral, semelhante para as características estudadas.

REFERÊNCIAS

AIRY, J.M.; TATUM, I.A. & SORENSON JUNIOR,

J.M. Producción de semilla híbrida de mays y sorgo para grano. In: STEFFERUD, A., ed. *Semillas*. 3.ed. México: Compañía Editorial Continental S.A., 1960. p.271-85.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 11. ed. Washington, D.C 1970. 1015p.

AUSTIN, R.B. Effects of environment before harvesting on viability. In: ROBERTS, E.M., ed. *Viability of seeds*. Great Britain, Syracuse University Press, 1972. p.114-49.

BRASIL Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 1976. 188p.

CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O. *Avaliação da fertilidade do solo: métodos de análise*. Piracicaba, Livrocerec Ltda, 1974. 61p.

DELOUCHE, J.C. The compensation principle. *Seedsmen's Digest*, San Antonio 23(1):6; 49, 1972.

JACOBS, M.B. *The chemical analysis of foods and food products*. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1958. 971p.

LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; FAN, A.L. & RANDALL, R.J. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* Baltimore, 193:265-75, 1951.

MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. Nutrição mineral e adubação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, São Paulo, SP. *Cultura e adubação de milho*. São Paulo, 1966. p.381-428.

MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E., ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. ESALQ, 1978. p.429-79.

MAZAEVA, M.M. The effects of magnesium fertilizers on seed quality. *Soils Fert. Harpenden*, 18(1):55, 1955.

PEASLEE, D.F. Effects of nitrogen phosphorus and potassium nutrition on yield, rates of kernel growth and grain filling periods of two corn hybrids. *Soil Sci. Plant Anal.*, New York, 8(5): 373-89, 1977.

SZUKALSKI, N. Effects of magnesium fertilizing on the quality of seeds for sowing. *Soils Fert.*, Harpenden, 32(4):387, 1969.

TAVARES, F.C.A. Componentes de produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1972. 106p. Tese Doutorado.