

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, julho de 1961

N.º 31

ADUBAÇÃO DO MILHO

XXXIII — INFLUÊNCIA DO FÓSFORO, DO POTÁSSIO E DA ADUBAÇÃO COM NPK SÔBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS E DAS ESPIGAS (1)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cercas, e E. S. FREIRE, engenheiro-agrônomo (2), Instituto Agrônomo (3)*

RESUMO

A influência do fósforo, do potássio e da adubação com NPK sôbre algumas características do milho, foi estudada em duas experiências conduzidas por vários anos em Campinas.

Os efeitos desses nutrientes, que foram muito grandes sôbre as produções de grãos, manifestaram-se aumentando o número de plantas que chegaram à maturidade, o tamanho destas e a proporção das que possuíam espigas, bem como o peso das espigas e seu rendimento porcentual em grãos. Não obstante a grande influência que tiveram sôbre a maioria das características estudadas, as adubações pouco modificaram as porcentagens de grãos das espigas; contudo, nos canteiros que receberam igual tratamento essas porcentagens variaram de ano para ano. Baseados nesses resultados, os autores sugerem medidas para avaliar, com razoável aproximação, as produções de grãos nas experiências em que não fôr possível determiná-las para cada canteiro.

1 — INTRODUÇÃO

O objetivo dêste trabalho é relatar as observações efetuadas em duas experiências conduzidas por vários anos e cujos resultados já foram estudados, inclusive pelos autores do presente artigo (1, 2). Todavia, nesses trabalhos, que trataram quase exclusivamente do efeito dos tratamentos sôbre a produção de grãos, a influência sôbre as caracterís-

(1) Recebido para publicação em 17 de abril de 1961.

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

(3) As experiências relatadas foram planejadas pelo eng. agr. T. A. Camargo e executadas pelo Sr. J. Hermann e pelo eng. agr. R. Cruz Martins, sendo que os trabalhos de campo da última cultura, em 1941-42, foram conduzidos pelo eng. agr. R. Álvaro Bueno. Os autores do presente artigo são apenas relatores, responsáveis pela apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

ticas das plantas e das espigas ou não foi mencionada ou o foi somente em um ou outro ano.

Sempre que possível, essa influência tem sido estudada nos ensaios de adubação realizados pela Seção de Cereais. Assim, poderia parecer supérfluo o aproveitamento de resultados de antigas experiências. Mas é que estas, além de repetidas por muitos anos no mesmo local, foram instaladas em solos muito deficientes de fósforo e de potássio, o que permite evidenciar a influência em aprêço.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

As duas experiências foram conduzidas na Estação Experimental «Dr. Teodureto de Camargo», Campinas, em terra-roxa-misturada. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições. Instaladas em 1925, até 1935-36 os canteiros foram ocupados, sucessivamente, por culturas de inverno e de verão. Feita a colheita de 1935-36, ficaram abandonados à vegetação espontânea até princípios de 1938, quando foram semeados com trigo. A seguir ficaram novamente em pousio até setembro de 1941, ocasião em que foram preparados para mais uma cultura de verão. Detalhes sobre estas experiências são encontrados nos trabalhos já mencionados (1, 2).

Numa das experiências, com adubos fosfatados, além do tratamento que só recebeu NK (salitre do Chile e cloreto de potássio) e dos adubados com NPK, havia outros que não serão considerados no presente estudo. A dose básica de P_2O_5 , 60 kg/ha, foi empregada sob diferentes formas, sendo que cada canteiro recebeu sempre, até 1935-36, o mesmo tipo de fosfato. Nas culturas feitas em 1938 e em 1941-42 não se empregaram adubos, mas o solo dos canteiros que haviam recebido fósforo já se achava bem provido desse elemento (1). Até o final da experiência, êsses canteiros receberam, ao todo, nas 15 culturas adubadas, 900 kg/ha de P_2O_5 . Nesta experiência foram comparados superfosfato, escórias de Thomas, Renâniafosfato, farinha de ossos crus e farinha de ossos degelatinados. Tanto na produção de grãos como nas demais características, as diferenças entre êsses adubos foram pequenas. Em vista disso, as médias dos cinco fosfatos (30 repetições) foram tomadas para representar o nutriente fósforo.

Na experiência com adubos potássicos foram comparados cloreto de potássio, sulfato de potássio, «kainit» e sulfato de potássio e magnésio. Além de canteiros sem adubo e dos que receberam NP ou NPK, havia

outros adubados com NP+sulfato de magnésio, em dose equivalente à contida no sulfato de potássio e magnésio, e ainda outros com NP+sulfato de magnésio+cloreto de sódio, sendo êstes dois sais empregados em doses equivalentes às contidas em «kainit». O sulfato de magnésio e o cloreto de sódio não tiveram efeito apreciável, quer na produção de grãos, quer nas demais características estudadas; por outro lado, não se observaram diferenças entre os diversos adubos potássicos. Por êsses motivos, abandonou-se o tratamento com sulfato de potássio, e, para determinar o efeito do potássio, compararam-se as médias dos tratamentos NP, NP+sulfato de magnésio e NP+sulfato de magnésio+cloreto de sódio, com as dos tratamentos que receberam NP+cloreto de potássio, NP+sulfato de potássio e magnésio e NP+«kainit». Assim, os tratamentos mais importantes, NP e NPK, ficaram com 18 repetições. O azoto e o fósforo foram empregados, respectivamente, nas formas de salitre do Chile e superfosfato. A dose básica de K_2O foi de 70 kg/ha. Tal como na experiência com fosfatos, também nesta as culturas de 1938 e 1941-42 não foram adubadas, de sorte que até 1935-36 os canteiros com potássio receberam, ao todo, cerca de 1 000 kg/ha de K_2O .

As duas experiências foram conduzidas paralelamente, isto é, foram instaladas lado a lado e em cada ano ambas tiveram a mesma cultura, o que, até certo ponto, permite sejam comparados os seus resultados. O milho ocupou os canteiros experimentais em seis diferentes anos, mas nem sempre foram determinadas tôdas as características. Ao ser estudada cada uma destas, será indicado o número de anos em que se baseou o estudo. Convém acrescentar que os diversos caracteres não foram medidos em número limitado de plantas ou espigas, pelo método de amostragem, mas em tôda a população do canteiro de 50 m² de área.

A variedade plantada não foi a mesma em todos os anos que serviram para o presente estudo. Em 1925-26, 1928-29, e 1941-42 usou-se a Catêto, e, em 1926-27, a Cristal; quanto às variedades utilizadas nos outros dois anos, as anotações existentes não são bastante explícitas. Isso será levado em conta quando se fizerem comparações entre anos.

Deve-se dizer que, de acôrdo com a terminologia usada na prática, na apresentação dos resultados a palavra «palha» será reservada para designar as brácteas das espigas; para evitar confusão, à palha própria dita (colmos+fôlhas, excluindo as brácteas) se dará a designação de plantas ou simplesmente de colmos. Convém esclarecer também

que os colmos foram cortados ao nível do solo e que todo o material estudado foi pesado depois de sêco ao ar.

3 — RESULTADOS

No quadro 1 são apresentados os resultados obtidos nas duas experiências. Para o cálculo das médias foi tomado o maior número possível de anos, mesmo porque o objetivo principal do trabalho é verificar a influência das diversas adubações sobre determinadas características. Contudo, nos detalhes a serem estudados nos capítulos seguintes também serão utilizadas, em alguns casos, médias que, embora baseadas em menor número de anos, sejam comparáveis no sentido em aprêço.

3.1 — EFEITO DO FÓSFORO

Os «stands» foram satisfatórios. Em média dos cinco anos em que se estudaram outras características, os dos canteiros que só receberam NK foram apenas 4% inferiores aos dos adubados com NPK, mas essa diferença tendeu a crescer no decorrer da experiência.

Em média dos quatro anos em que se determinou o pêso das plantas (colmos + fôlhas, sem espigas), as produções dêsse material, nos tratamentos NK e NPK, atingiram, respectivamente, 2 899 e 6 129 kg/ha. No mesmo período as produções de grãos foram, na mesma ordem, de 1 462 e 3 118 kg/ha. Portanto, o efeito médio de fósforo correspondeu a +111% na produção de colmos e a +113% na de grãos. É interessante que, nessa média, as respostas ao fósforo foram proporcionalmente iguais. Aliás, a relação grãos:colmos, que representa isso de outra maneira, foi a mesma (1:2,0) nos dois tratamentos comparados.

Tanto na produção de grãos como na de colmos, o efeito do fósforo, conquanto sempre magnífico, foi bem menor no primeiro ano que nos seguintes. Quanto às relações grãos:colmos, nos tratamentos NK e NPK foram, respectivamente, 1:3,5 e 1:3,3 no primeiro ano, 1:2,2 e 1:2,5 no segundo, 1:1,4 e 1:1,4 no terceiro, 1:1,8 e 1:1,2 no quarto. Vê-se que a flutuação anual foi muito grande, o que, em parte, talvez se deva à diferença de variedades usadas nos diversos anos. Não há dúvida, porém, de que as condições foram mais desfavoráveis no primeiro ano (semeação tardia e tempo sêco durante o período de florescimento-granação), pois nesse ano foi plantada a mesma variedade (Catêto) que no terceiro, quando as relações foram muito mais estreitas. Quanto à

QUADRO 1. — Influência dos tratamentos indicados sobre várias características do milho, determinadas em duas experiências de adubação realizadas em Campinas. Instaladas em áreas vizinhas, essas experiências foram conduzidas por muitos anos nos mesmos canteiros, sendo estes ocupados, sucessivamente, por diversas culturas. Os resultados representam médias dos anos (cujo número consta das segunda e quinta colunas) em que foi estudada cada característica

| Características estudadas | Experiência com fósforo | | | Experiência com potássio | | |
|--|-------------------------|-------------|-------|--------------------------|-------------|-------|
| | Número de anos | Tratamentos | | Número de anos | Tratamentos | |
| | | NK | NPK | | Sem adubo | NP |
| Produção, em quilogramas por hectare, | | | | | | |
| de colmos+fólias | 4 | 2 899 | 6 129 | 4 | 1 641 | 3 892 |
| de espigas com palha | 5 | 2 300 | 4 600 | 5 | 1 815 | 3 870 |
| de grãos | 5 | 1 366 | 2 868 | 5 | 1 045 | 2 381 |
| Relação grãos:colmos | 4 | 1:2,0 | 1:2,0 | 4 | 1:1,5 | 1:1,4 |
| «Stand», em porcentagem do «stand» perfeito | 5 | 89 | 93 | 5 | 83 | 88 |
| Porcentagem de plantas com espigas | 5 | 84 | 94 | 4 | 75 | 82 |
| Índice de espigas | 4 | 86 | 115 | 3 | 75 | 100 |
| Peso unitário, em gramas, | | | | | | |
| das plantas (sem espigas) | 4 | 107 | 216 | 3 | 62 | 101 |
| das espigas com palha | 4 | 106 | 158 | 4 | 77 | 124 |
| das espigas despalhadas | 4 | 87 | 127 | 4 | 59 | 98 |
| dos grãos de uma espiga | 4 | 66 | 102 | 4 | 46 | 78 |
| Rendimento porcentual das espigas | | | | | | |
| em grãos | 5 | 59 | 62 | 5 | 58 | 61 |
| em sabugos | 5 | 20 | 16 | 5 | 16 | 16 |
| em palha | 5 | 21 | 22 | 5 | 26 | 23 |

influência do fósforo, a adição desse nutriente não modificou a relação em um ano, tornou-a mais estreita em dois e mais larga em um. Neste ano (segundo) uma saraijada com forte ventania, no início da frutificação, derrubou muitas plantas e rasgou-lhes as folhas, o que parece ter prejudicado mais a produção de grãos das plantas maiores, que eram as adubadas com NPK.

As plantas com espigas foram contadas em cinco anos. Na média desse período, das plantas existentes nos canteiros adubados com NK e NPK, respectivamente 84 e 94% possuíam espigas. Do primeiro ano para o quinto, essas porcentagens, na mesma ordem dos tratamentos, foram sucessivamente, 84 e 88, 95 e 98, 95 e 98, 78 e 97, 73 e 88. Nota-se, assim, que elas sempre foram mais elevadas no tratamento NPK, e que a diferença se tornou maior nos dois últimos anos. Em dois anos também foram contadas as plantas que possuíam duas ou mais espigas. Em relação ao número total de plantas existentes nos correspondentes canteiros, as porcentagens das que alcançaram esse limite, nos que receberam NK e NPK, foram respectivamente, 4 e 45, num dos anos, e 0 e 5, no outro.

Como a determinação da característica que acaba de ser mencionada é muito trabalhosa, para substituí-la usa-se, habitualmente, o índice de espigas, isto é, o número médio de espigas colhidas em 100 plantas. Nessas condições, esse índice não especifica a proporção das plantas que realmente possuíam espigas, mas dá uma boa idéia da sua prolificidade. Nos quatro anos em que foram determinados, respectivamente nos canteiros com NK e NPK, esses índices foram 104 e 138, 99 e 144, 78 e 102, 71 e 87, com a média quadrienal de 86 e 115.

Além de elevar a proporção de plantas com espigas, o fósforo aumentou-lhes muito o tamanho médio. No conjunto dos quatro anos há pouco considerados e respectivamente nos tratamentos NK e NPK, as espigas com palha pesaram 106 e 158 g; as despalhadas, 87 e 127 g; os grãos obtidos de uma espiga, 66 e 102 g. De modo geral, com o decorrer dos anos o tamanho das espigas tendeu a diminuir, mas as diferenças a favor de NPK permaneceram muito grandes.

Os pesos das partes principais das espigas foram determinados separadamente em cinco anos. Em média desse período, os tratamentos NK e NPK produziram, respectivamente, 1 366 e 2 868 kg/ha de grãos, 456 e 735 kg/ha de sabugos, 476 e 986 kg/ha de palha. Portanto, a produção média de espigas com palha passou, em números redondos, de 2 300 kg/ha no tratamento NK para 4 600 kg/ha no que recebeu

NPK. Observa-se que, enquanto a adição de fósforo aumentou de respectivamente 110 e 107% as produções de grãos e de palha, só elevou de 61% a de sabugos. No decorrer da experiência, o efeito do fósforo, em números absolutos, foi sempre maior na produção de grãos que na dos outros componentes das espigas; em porcentagem da produção com NK, porém, êle foi um pouco inferior, em um ano, ao provocado na produção de sabugos, e, em dois anos, na de palha. Essa variação não foi somente uma consequência do uso de diferentes variedades, pois também se manifestou nos três anos em que se utilizou a variedade Catêto. Parece, assim, que ela é condicionada pelas flutuações climáticas, conforme se verá a seguir, ao estudar-se o rendimento das espigas.

Em média dos cinco anos há pouco mencionados, e sempre na ordem grãos-sabugos-palha, os rendimentos porcentuais foram 59-20-21 nas espigas das plantas que só receberam NK e 62-16-22 nas das adubadas com NPK. Observa-se que a adição de fósforo também melhorou o rendimento de grãos, mas em escala muito reduzida. Na média do período estudado, êsse rendimento foi relativamente baixo, em virtude do que aconteceu no primeiro ano. Dêste para o quinto ano, as porcentagens de grãos foram, sucessivamente, 40, 57, 65, 63 e 72 nos canteiros com NK, e 45, 60, 63, 69 e 73 nos adubados com NPK. Em quatro dos cinco anos considerados, os rendimentos foram melhores no tratamento NPK; contudo, mesmo no ano (quarto) em que foi maior a diferença a favor de NPK, esta não chegou a 10%. É interessante que nos próprios canteiros sem fósforo o rendimento de grãos aumentou substancialmente no decorrer da experiência. Nota-se que isso não dependeu das variedades usadas, pois no primeiro, terceiro e quinto anos foi sempre plantado o milho Catêto.

Em todos os tratamentos as porcentagens de grãos foram extraordinariamente baixas no primeiro ano, o que, conforme assinalado, não dependeu da variedade usada. Nesse ano, conquanto se tenha semeado muito tarde, o tempo foi favorável até janeiro, e as plantas se desenvolveram relativamente bem. Mas, na ocasião do florescimento, que se processou na terceira década de fevereiro, a terra estava bastante sêca, pois durante êsse mês caíram apenas 47 mm de chuva, o que por certo prejudicou a granação. Ao tratar da relação grãos:colmos já se mostrou que esta, no ano em aprêço, foi muito mais larga que nos demais. Convém assinalar também que nesse ano as porcentagens de grãos-sabugos-palha foram 40-20-40 nos canteiros que só receberam NK e 45-18-37 nos adubados com NPK. Vê-se que à redução na por-

centagem de grãos correspondeu enorme aumento na proporção de palha.

Tomando somente os três anos em que se utilizou a variedade Caxatêto, verifica-se que, enquanto as proporções de sabugos variaram entre 13 e 20% no tratamento NK e entre 12 e 18% no adubado com NPK, as de palha oscilaram entre 15 e 40% no primeiro tratamento e entre 12 e 37% no segundo. Deixando de lado o primeiro ano, cujas condições foram particularmente desfavoráveis à granação, nos outros dois anos as porcentagens de sabugos foram 13 e 14 no primeiro tratamento e 12 e 15 no segundo, ao passo que as de palha foram 15 e 21 no primeiro e 12 e 24 no segundo. Deve-se lembrar que, se as médias do tratamento NK se basearam em seis repetições, para as do NPK foram tomadas 30 repetições, sendo que nos dois casos os resultados individuais eram bastante uniformes. Não há dúvida, portanto, de que nos vários anos as porcentagens de palha variaram muito mais que as de sabugos.

3.2 — EFEITO DO POTÁSSIO

Na experiência com potássio também figuraram canteiros sem adubo, o que permite verificar a influência da adubação completa (NPK-sem adubo). Contudo, para simplificar a exposição, neste capítulo será estudado somente o efeito do potássio na presença de NP.

Em média dos anos em que os canteiros experimentais foram plantados com milho, o «stand» do tratamento NPK foi cerca de 3% superior ao do que só recebeu NP; mas a diferença, a princípio nula, tendeu a crescer no decorrer da experiência.

O peso das plantas (sem espigas), que foi determinado em quatro anos, atingiu, em média, 3 892 kg/ha no tratamento NP, elevando-se para 5 672 kg/ha no tratamento NPK. No mesmo período as produções de grãos foram de, respectivamente, 2 743 e 3 791 kg/ha. Portanto, o efeito médio do potássio, que alcançou + 46% na produção de colmos e fôlhas, foi relativamente menor na de grãos (+ 38%). A relação grãos:colmos foi 1:1.4 nos canteiros sem potássio e alargou-se para 1:1.5 nos que receberam êsse nutriente.

Quer na produção de colmos, quer na de grãos, o efeito do potássio, que foi praticamente nulo no primeiro ano, tornou-se grande nos três anos seguintes, quando oscilou entre + 55 e + 60% na de colmos e, na de grãos, passou de + 33% no segundo ano para + 36% no terceiro e 106% no quarto. As relações grãos:colmos refletem bem as di-

ferenças anuais no comportamento do potássio. Nos tratamentos NP e NPK elas foram, respectivamente, 1:1,5 e 1:1,5 no primeiro ano, 1:1,8 e 1:2,1 no segundo, 1:0,8 e 1:1,0 no terceiro, 1:1,6 e 1:1,2 no quarto. A adição de potássio não modificou a relação no primeiro ano (quando, aliás, o efeito desse nutriente foi praticamente nulo), tornou-a desfavorável nos dois seguintes e favorável no quarto ano. O granizo e a ventania do segundo ano (ver capítulo 3.1) talvez tenham exercido uma influência relativamente mais prejudicial à granação nos canteiros com NPK, mas o fato é que a relação também foi desfavorável ao potássio no terceiro ano. Deve-se notar que no primeiro ano desta experiência, ao contrário do que aconteceu na de fósforo, a relação grãos:colmos foi quase normal. É que, na presente experiência, o plantio foi efetuado muito mais cedo e a frutificação se processou quando o solo ainda tinha suficiente umidade.

Em média de quatro anos e respectivamente nos canteiros com NP e NPK, 82 e 93% das plantas existentes possuíam espigas. Do primeiro ano para o quarto, essas porcentagens foram, sucessivamente, 86 e 87, 99 e 99, 81 e 95, 67 e 92. Em dois anos também se contaram as plantas que tinham duas ou mais espigas. Em relação ao número total de plantas existentes nos canteiros correspondentes, as porcentagens das que atingiram esse limite nos tratamentos NP e NPK foram 64 e 71 num dos anos e 6 e 16 no outro.

Os índices de espigas, que foram determinados em três anos, atingiram, em média, 100 e 119 nos tratamentos NP e NPK. Do primeiro ano para o terceiro, eles foram, sucessivamente, 163, 87 e 63 nos canteiros que só receberam NP, elevando-se para 171, 112 e 88 nos adubados com NPK.

O potássio também aumentou bastante o tamanho das espigas. Em média de quatro anos e, respectivamente, nos canteiros sem e com potássio, as espigas com palha pesaram 124 e 153 g; as despalhadas, 98 e 125 g; os grãos de uma espiga, 78 e 100 g. No decorrer da experiência diminuiu o tamanho das espigas, mas as diferenças relativas devidas ao potássio tenderam a aumentar.

Em média de cinco anos, os canteiros com NP e NPK produziram, respectivamente, 2 381 e 3 420 kg/ha de grãos; 605 e 822 kg/ha de sabugos; 883 e 1 100 kg/ha de palha. Na mesma ordem dos tratamentos, as produções médias de espigas com palha atingiram, portanto, 3 870 e 5 340 kg/ha. Verifica-se que os aumentos atribuídos à adição de potássio corresponderam a 44% na produção de grãos, 36% na de

sabugos e 25% na de palha, indicando que êsse nutriente foi mais eficiente na produção de grãos, que na de qualquer dos outros componentes das espigas. Essa maior eficiência foi observada a partir do segundo ano, pois, no primeiro, a resposta ao potássio foi praticamente nula em todos os sentidos. Já foi dito que o efeito do potássio sôbre a produção de grãos tendeu a crescer consideravelmente no decorrer da experiência. Deve-se acrescentar que o mesmo aconteceu quanto aos sabugos e à palha. No último ano as respostas ao nutriente em aprêço, nas produções de grãos, sabugos e palha, alcançaram, respectivamente, +108, +93 e +86%.

No conjunto dos cinco anos há pouco citados, o rendimento das espigas em grãos, sabugos e palha, foi de respectivamente 61, 16 e 23% no tratamento NP, e 64, 15 e 21% no que recebeu NPK. Do primeiro ano para o quinto, essas porcentagens, sempre na ordem grãos-sabugos-palha, foram, sucessivamente, 57-13-30, 58-18-24, 64-14-22, 68-18-14 e 70-16-14 no tratamento NP, e 57-12-31, 60-18-22, 65-13-22, 70-18-12 e 72-15-13 no adubado com NPK. Vê-se que tanto na média dos cinco anos como em cada um dêstes, o efeito do potássio sôbre o rendimento de grãos foi muito pequeno; entretanto, as diferenças entre os diversos anos, com quaisquer das adubações, foram bastante elevadas. Quer nos canteiros adubados com NPK, cada vez melhor providos de potássio, quer nos com NP, cada vez mais deficientes do nutriente em aprêço, as porcentagens de grãos aumentaram no decorrer da experiência. Êsse fato não pode ser atribuído ao uso de diferentes variedades, pois que nos primeiro, terceiro e quinto anos utilizou-se o milho Catêto. Considerando sempre os três anos em que se usou essa variedade, e dando o valor 100 às correspondentes contribuições no primeiro ano, no tratamento NPK os índices relativos aos terceiro e quinto anos seriam, respectivamente, 114 e 126 para o rendimento de grãos; 108 e 125 para o de sabugos; 71 e 42 para o de palha. Enquanto as contribuições anuais de grãos e sabugos tenderam a crescer apreciavelmente, as de palha diminuíram, mas em ritmo muito mais acelerado. Deve-se lembrar que êsses cálculos se basearam em médias de 18 repetições bastante uniformes e ainda que no tratamento NP, com igual número de repetições, as variações foram paralelas.

Convém observar que no primeiro ano desta experiência, o rendimento de grãos — 57% nos dois tratamentos — foi mais elevado que no mesmo ano da experiência com fosfatos, na qual êle foi de apenas 45% nos canteiros com NPK. A variedade usada foi a mesma nas duas

experiências, mas, na de fósforo, o plantio foi efetuado com grande atraso e a frutificação se processou com tempo sêco, conforme esclarecido no capítulo anterior.

3.3 — EFEITO DE NPK

Já se disse (cap. 3.2) que na experiência com adubos potássicos figurou um tratamento sem adubo, o que permite verificar o efeito total de NPK.

O solo utilizado para essa experiência também era muito deficiente de fósforo, o que se verificou na experiência vizinha. Deve-se acrescentar que na mesma área foi conduzida, simultaneamente, uma terceira experiência, com adubos nitrogenados, na qual o efeito destes, muito pequeno no início do período em aprêço, tornou-se grande no decorrer dos anos. Nessas condições, a resposta média à adubação com NPK foi bem maior que a dos elementos estudados nos capítulos anteriores, o que, mesmo sem entrar em detalhes, possibilitará evidenciar a variabilidade de certas características do milho.

Em média de quatro anos, a produção de colmos foi de 1 641 kg/ha nos canteiros sem adubo e elevou-se a 5 672 kg/ha nos adubados com NPK, sendo, portanto, de 246% o aumento provocado por essa adubação. No mesmo período, a produção de grãos atingiu 1 110 kg/ha nos canteiros sem adubo e 3 791 kg/ha nos que receberam NPK, sendo de 242% o aumento devido à adição de NPK. Assim, em números relativos, as respostas a NPK foram praticamente iguais nos dois sentidos. Aliás, a relação grãos:colmos, que foi 1:1,5 nos canteiros sem adubo e nos adubados com NPK, mostra isso de outra maneira.

Como o número de plantas existentes por ocasião da colheita era, nos canteiros sem adubo, 10% menor que nos adubados com NPK, convém indicar também o peso médio de uma planta. Para essa determinação, só se dispõe dos dados de três anos, em média dos quais o efeito da adubação em aprêço, embora muito grande, foi menor que no período há pouco estudado. Mesmo assim, o peso médio de uma planta (sem espigas) passou de apenas 62 g no tratamento sem adubo para 132 g no que recebeu NPK.

Respectivamente nos canteiros sem e com NPK, e em média de quatro anos, 75 e 93% das plantas existentes por ocasião da colheita possuíam espigas: nos dois anos em que se contaram também as plantas com duas ou mais espigas, as porcentagens das que atingiram esse

limite foram 0 e 16 em um ano e 0 e 71 no outro. Os índices de espigas, no conjunto dos três anos em que foram determinados, atingiram 75 e 119. Sempre na mesma ordem dos tratamentos e em média de quatro anos, o pêsco de uma espiga com palha passou de 77 a 153 g; o das espigas despalhadas, de 59 a 125 g; o de grãos por espiga, de 46 a 100 g.

Em média de cinco anos, os canteiros sem adubo e os que receberam NPK produziram, respectivamente, 1 045 e 3 420 kg/ha de grãos, 288 e 822 kg/ha de sabugos, e 480 e 1 100 kg/ha de palha. Portanto, as produções médias de espigas com palha foram, na mesma ordem, de 1 815 e 5 340 kg/ha. Observa-se que os aumentos provocados pela adubação corresponderam a 227% na produção de grãos, 185% na de sabugos e 129% na de palha. Isso significa que a eficiência da adubação com NPK, grande na produção de palha, foi relativamente maior na de sabugos e ainda maior na de grãos.

O rendimento das espigas em grãos, sabugos e palha, em média de cinco anos foi de respectivamente 58, 16 e 26% no tratamento sem adubo e 64, 15 e 21% no que recebeu NPK. Portanto, o efeito dessa adubação sobre o rendimento de grãos, de apenas +10%, nem de longe se compara com os que ela provocou nos outros caracteres estudados. Convém mencionar que do primeiro ano para o quinto, os rendimentos, sempre na mesma ordem grãos-sabugos-palha, foram sucessivamente 53-13-34, 53-21-26, 62-11-27, 66-22-12 e 68-14-18 nos canteiros sem adubo e 57-12-31, 60-18-22, 65-13-22, 70-18-12 e 72-15-13 nos adubados com NPK. Verifica-se que somente no segundo ano, talvez em consequência da saraivada, é que o aumento do rendimento de grãos foi um pouco superior ao observado na média dos cinco anos. Nota-se também que, nesse sentido, a influência das condições climáticas, conforme se deduz da comparação entre anos, foi muito maior que a da adubação.

Mesmo tomando somente os três anos — primeiro, terceiro e quinto — em que se usou a variedade Catêto, verifica-se que os rendimentos de grãos aumentaram no decorrer da experiência. Se esses aumentos fôssem observados apenas nos canteiros adubados, que cada vez mais se enriqueceram pelo menos de fósforo e potássio, poder-se-ia supor que se tratasse de efetiva tendência; todavia, além de ser insuficiente o número de observações, estas revelam que os citados aumentos foram até ligeiramente maiores nos canteiros sem adubo, que cada vez se tornaram mais depauperados. Isso parece indicar que se trata, principalmente, de flutuações anuais, e da coincidência de serem mais favoráveis

à granação as condições que prevaleceram no terceiro e no quinto anos.

Como em 3.2 já se estudou a variação nas contribuições dos principais componentes das espigas nos canteiros com NPK, basta verificar, agora, o que aconteceu nos canteiros sem adubo. Tomando sempre os três anos em que se usou a variedade Catêto, e dando o valor 100 ao rendimento de cada elemento no primeiro ano, os índices relativos aos terceiro e quinto anos seriam, respectivamente, 117 e 128 para grãos; 85 e 108 para sabugos; 79 e 53 para palha. Vê-se que, também nos canteiros sem adubo, a variação no rendimento de palha foi muito maior que nos dos outros constituintes.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nas experiências relatadas foram muito grandes os efeitos do fósforo, do potássio e da adubação com NPK sobre a produção de grãos. Em média dos períodos estudados, êsses efeitos se manifestaram aumentando o número de plantas que chegaram à maturidade, o seu tamanho (pêso) e a proporção das que possuíam espigas, bem como o pêso e, embora em pequena escala, o rendimento destas em grãos. A intensidade dêsses efeitos não foi a mesma para as três adubações em aprêço, e, para a mesma adubação, também variou, por vêzes consideravelmente, conforme a característica estudada. O conhecimento de detalhes sobre o assunto, principalmente no que se refere às variações anuais, é de grande utilidade para a interpretação dos resultados de experiências, sobretudo quando êstes divergirem muito dos esperados. Como êsses detalhes já foram suficientemente discutidos no capítulo 3, aqui só serão feitas considerações sobre o rendimento das espigas em grãos, pois a produção dêstes é, em última análise, o que mais importa saber.

A debulha do milho é uma das mais trabalhosas operações na execução de experiências, principalmente quando estas são conduzidas fora das estações experimentais. Daí, certamente, o recurso adotado por muitos experimentadores, de pesarem as produções de espigas, com ou sem palha, dos canteiros em estudo, e calcularem as correspondentes produções de grãos tomando como base o rendimento médio da variedade usada, previamente obtido em outras experiências. Os presentes resultados servem para apreciar o acêrto dêsse procedimento.

Estudando, em primeiro lugar, os rendimentos das espigas não despalhadas, verifica-se que em média dos cinco anos estudados êles foram: nos tratamentos NK e NPK, respectivamente 59 e 62%: nos sem adubo, com NP ou NPK, 58, 61 e 64%. Vê-se que mesmo em relação aos canteiros sem adubo, a adubação com NPK, apesar de ter triplicado a produção total, pouco afetou o rendimento de grãos. O exame dos resultados anuais revelou que as maiores diferenças devidas às adubações usadas foram apenas um pouco superiores às observadas nas médias há pouco citadas.

Todavia, as diferenças entre anos, nos canteiros com o mesmo tratamento, foram muito grandes. Como se usaram diferentes variedades nos diversos anos, para essa comparação serão tomados somente os dados dos três anos — primeiro, terceiro e quinto — em que a variedade utilizada foi a Catêto. Atribuindo-se o valor 100 aos menores rendimentos anuais dos tratamentos sem adubo, NP ou NPK da experiência com adubos potássicos, os correspondentes índices dos maiores rendimentos do período estudado seriam, respectivamente, 128, 123 e 126; fazendo-se o mesmo na experiência com adubos fosfatados, os índices referentes a NK e NPK seriam 180 e 162.

Esta última experiência serve para ilustrar a grande influência das condições climáticas de cada ano sobre a característica em aprêço. No seu primeiro ano, os rendimentos de grãos foram muito baixos — respectivamente 40 e 45% nos tratamentos NK e NPK — e ficou bem evidenciado que isso foi uma conseqüência da seca reinante durante o período de floração-granação. Entretanto, nos terceiro e quinto anos dessa experiência, quando se usou a mesma variedade e o tempo não foi desfavorável, os rendimentos se elevaram, respectivamente, a 65 e 72% nos canteiros com NK, e a 63 e 73% nos que receberam NPK. Deve-se lembrar que o tratamento NPK compreende 30 repetições, sendo que os resultados individuais foram bastante uniformes. Convém mencionar, ainda, que no primeiro ano da experiência com adubos potássicos, instalada ao lado e com a mesma variedade, no tratamento NPK o rendimento alcançou 57%, provavelmente porque, tendo sido plantada muito mais cedo, o período de floração-granação escapou, em grande parte, à referida seca.

Os dados dos capítulos anteriores mostraram que as porcentagens de palha variaram muito mais que as de sabugos. Por êsse motivo também se examinou o rendimento de grãos nas espigas despalhadas. Em média dos cinco anos considerados e respectivamente nos canteiros sem

adubo, com NK ou NPK da experiência com potássio, êsses rendimentos foram de 78, 80 e 81%; nos tratamentos NK e NPK da experiência com fósforo, respectivamente 75 e 80%. Nos diversos anos as diferenças devidas às adubações também foram pequenas. Quanto às flutuações anuais, tomando apenas os três anos — primeiro, terceiro e quinto — em que se usou a variedade Catêto, na experiência com potássio os rendimentos só variaram, e pouco, nos canteiros sem adubo, nos quais foram, respectivamente, de 80, 85 e 83%; nos adubados com NP e NPK, êles foram, respectivamente, de 82 e 83% nos três anos. Na experiência com fósforo, porém, a variação ainda foi grande, pois os rendimentos foram, na ordem cronológica, de 67, 82 e 84% no tratamento NK e de 72, 84 e 83% no tratamento NPK. Observa-se que a maior variação nesta última experiência resultou dos rendimentos muito baixos do primeiro ano, já mencionados linhas atrás. Deve-se atentar para êsse fato, visto como não raro, em nosso meio, ocorrem períodos sécos durante a floração-granação do milho.

Do exposto se conclui que, tanto nas espigas com palha como nas despalhadas, as adubações usadas não modificaram muito o rendimento de grãos. Embora conduzidas por alguns anos, e em solos que, na produção total de grãos, responderam espetacularmente a essas adubações, as experiências relatadas foram instaladas no mesmo local, em áreas vizinhas, razão por que não são suficientes para se generalizarem seus resultados. Pode-se acrescentar, porém, que êstes têm sido confirmados em numerosas experiências conduzidas em diferentes anos, solos e localidades do Estado de São Paulo. Assim sendo, sob o ponto de vista exclusivo das adubações, não se cometeria grande êrro empregando, na conversão de espigas em grãos, uma porcentagem calculada como a mencionada linhas atrás.

Todavia, as presentes experiências também mostraram que, no mesmo local e com a mesma adubação, o rendimento em questão pode variar consideravelmente de um ano para outro. É verdade que, usando-se espigas despalhadas, a variação anual dos rendimentos foi muito menor que nas espigas completas, e, em alguns casos, foi mesmo sem importância. Isso significa que é muito mais seguro tomar-se como base, para calcular a produção de grãos, o pêso das espigas despalhadas. (Aliás, o despalhamento pode ser feito facilmente no campo). Contudo, a experiência com adubos fosfatados revelou que, mesmo nas espigas despalhadas, quando ocorrem condições climáticas desfavoráveis, a variação pode acentuar-se consideravelmente. Em tais condições, o

uso de porcentagens preestabelecidas pode levar a conclusões errôneas quanto às produções de grãos.

É claro que essas porcentagens podem ser tomadas, mediante certas precauções, para a conversão dos resultados médios de experiências a longo termo ou de séries de ensaios anuais executados durante alguns anos. Não devem, porém, ser empregadas para calcular seus resultados anuais. Para estes, quando não fôr possível determinar, por meio de amostragem adequada, o rendimento de cada canteiro, que ao menos se pesem separadamente as produções de espigas despalhadas e se tome, como base para a conversão em grãos, o rendimento de uma amostra média da experiência, composta de subamostras de todos os tratamentos. Este último processo representa grande simplificação nos trabalhos experimentais e não envolve erro apreciável, porque leva em consideração o rendimento médio local, obtido nas condições em que se desenvolveu o ensaio. Naturalmente êsse recurso só deve ser usado em experiências cuja única variável seja a adubação. Estudando-se simultaneamente outros fatores, como em experiências de adubação x variedades, adubação x época de plantio etc., devem-se colher amostras separadas para cada variedade, cada época de plantio etc..

Multiplicando-se estudos como o presente, mas baseados em experiências conduzidas em diferentes localidades e sob variadas condições climáticas, talvez seja possível determinar, com relativa precisão, os fatores que mais contribuem, em nosso meio, para modificar o rendimento médio de uma variedade. Isso permitiria distinguir melhor, e provavelmente aumentar, os casos em que se possa utilizar essa média como base para o cálculo da produção de grãos.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN

XXIII — INFLUENCE OF P, K, AND NPK ON CERTAIN PLANT AND EAR CHARACTERS

SUMMARY

The influence of P, K, and NPK on some plant and ear characters was studied in two experiments conducted for various years at Campinas.

The effects of the mentioned nutrients, which were very high on the total grain yields, manifested by increasing the number of plants which attained maturity, their size and the proportion of those bearing ears, as well as the weight of the ears and their shelling percentages. While the fertilizers affected conside-

rably most of the characteristics studied, they modified only slightly the shelling percentage; however, irrespectively of the treatments, these percentages varied remarkably in the different years. Based on these results the authors suggest means for estimating the grain yields in outlying experiments, where the determination of the shelling percentage for each plot is frequently impracticable.

LITERATURA CITADA

1. VIÉGAS, G. P. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. XI — Efeito residual do fósforo. *Bragantia* 17:[271]-287. 1958.
2. ———— ———— Adubação do milho. XII — Efeito residual do potássio. *Bragantia* 17:[345]-354. 1958.