

EFEITO DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO SOBRE A PRODUÇÃO DE CULTURAS ANUAIS

R. Benatti Jr. ¹
O. Freire ²
G.V. França ²
J.C. Kiehl ²

INTRODUÇÃO

O efeito do preparo do solo sobre a produtividade das culturas, em determinado ambiente, tem sido, relativamente, pouco estudado, provavelmente, porque tenha sido obliterado pelo efeito do controle da fertilidade do solo. No entanto, a retenção de água, a penetrabilidade e a aeração estão relacionadas com a estrutura, tendo sido demonstrado por GROHMANN (1969) que esta propriedade pode ser seriamente danificada pelas mobilizações do solo incorretamente realizadas; enquanto que outros autores, como FAULKNER (1943), foram mais peremptórios, afirmando que o arado era sempre prejudicial para a manutenção das características físicas do solo.

Quanto ao efeito das operações de preparo do solo sobre a produtividade das culturas, existe muita controvérsia (SEWELL & CALL, 1925; NORTON *et alii*, 1944, McKIBBEN & WHITAKER, 1973); entretanto, MARQUES & BERTONI (1961) verificaram que, para a cultura do milho no Estado de São Paulo, a profundidade com que se fazia o preparo do solo influiu positiva ou negativamente sobre a produção, dependendo da natureza do solo.

O efeito do número de vezes que se ara o solo sobre a produtividade das culturas, também, é muito controverso, porque, segundo LARSON (1962), depende do clima, da natureza do solo e das necessidades da planta.

¹ Instituto Agronômico, Campinas, SP.

² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

Tomando-se como hipótese a afirmação geral de *BAVER et alii* (1972), de que as condições físicas do solo constituem a "chave da produtividade", desenvolveu-se este trabalho para se avaliar o efeito do tipo de arado, da profundidade de aração e do número de operações sobre a produtividade de algumas das principais culturas do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados quatro experimentos em Latossolo Roxo (LR), situado na Estação Experimental de Campinas, e seis em Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, orto (PV), situado na Estação Experimental de Mococa, ambas pertencentes ao Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. Os solos foram identificados e mapeados por BRASIL (1960).

A Estação Experimental de Campinas localiza-se a 22°53' de latitude sul e a 47°04' de longitude oeste, numa altitude de 663m. Seu clima, segundo KÖEPPEN, é do tipo Cwa.

A Estação Experimental de Mococa, localiza-se a 21°28' de latitude sul e a 47°00' de longitude oeste, numa altitude de 665m. Seu clima é do tipo Aw.

O delineamento experimental deste trabalho é um fatorial completo cujos fatores são: intensidade de aração (uma aração e duas arações), profundidade de aração (rasa ou a 10cm; profunda ou a 30cm; alternada I ou rasa e profunda em anos alternados iniciando-se com a aração rasa; alternada II ou rasa e profunda em anos alternados iniciando-se com a aração profunda) e tipo de arado (de aiveca e de discos). Duas culturas foram conduzidas simultaneamente, em anos sucessivos, em blocos distintos contendo os dezesseis tratamentos, tendo-se considerado os resultados obtidos nos vários cultivos como repetições. A posição das culturas dentro de cada bloco foi anualmente trocada, mas a posição dos tratamentos foi mantida. As culturas utilizadas foram as seguintes: milho (*Zea mays* L.), algodão (*Gossypium herbaceum* L.), arroz

(*Oryza sativa* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merril) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

No LR foram feitos seis cultivos de milho e algodão (1958/59 a 1963/64) e cinco de arroz e sete de amendoim (1964/65 a 1970/71). No PV foram obtidos seis cultivos de milho e algodão (1960/61 a 1965/66), cinco de arroz e sete de amendoim (1966/67 a 1972/73) e cinco de soja e de sorgo (1973/74 a 1977/78).

Os dados de produção foram estudados estatisticamente por meio de análise de variância (Teste F), com decomposição do fatorial, enquanto as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo estatístico dos dados obtidos mostrou ter havido efeito significativo dos tratamentos somente nos experimentos com as culturas de algodão e arroz no LR e com as de milho e algodão no PV (quadro I); o efeito de anos de cultivo, entretanto, mostrou-se altamente significativo em todos os dez experimentos realizados. Dentre as interações, houve significância somente para profundidade x tipo de arado na cultura de algodão plantada no PV.

A produção de algodão no LR foi influenciada pelos fatores intensidade e profundidade de aração, porém não pelo tipo de arado. Pelo quadro I, observa-se que o efeito geral da intensidade, ou seja, considerando-se os demais fatores em conjunto, foi o de conferir, com uma aração, maior produção de algodão que com duas arações (aumento médio de 7%); a decomposição do fatorial (não apresentada aqui) revelou efeito significativo da intensidade somente quando se adotou a aração alternada I, e nesse caso, a vantagem de uma aração sobre duas arações foi de 12% na produção. Com relação ao efeito da profundidade observou-se que, em termos gerais, as arações profunda e alternada I conferiram maiores produções de algodão que a rasa em até 13%, enquanto a alternada II conferiu

QUADRO I - Efeito da intensidade de aração, da profundidade de aração e do tipo de arado na produção de várias culturas em dois solos distintos (1)

| Localidade de preparo de solo | Latosol Roxo | | | | Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, ortó | | | | | |
|-------------------------------|--------------|---------|--------|----------|---------------------------------------|---------|-------|----------|------|-------|
| | Milho | Algodão | Arroz | Amendoim | Milho | Algodão | Arroz | Amendoim | Soja | Sorgo |
| Intensidade de aração | | | | | | | | | | |
| Uma aração | 3853 | 1447a | 610b | 1151 | 4307b | 1716b | 1800 | 1615 | 1339 | 4289 |
| Dois arações | 3808 | 1354b | 802a | 1225 | 4490a | 1840a | 1544 | 1544 | 1383 | 4338 |
| Profundidade de aração (2) | | | | | | | | | | |
| Rasa | 3807 | 1295b | 475c | 1041 | 4373a | 1724a | 1770 | 1570 | 1273 | 4252 |
| Profunda | 3951 | 1428a | 863ab | 1315 | 4583a | 1829a | 1832 | 1667 | 1360 | 4325 |
| Alternada I | 3851 | 1467a | 601abc | 1183 | 4328a | 1771a | 1760 | 1539 | 1432 | 4193 |
| Alternada II | 3713 | 1412ab | 902a | 1209 | 4306a | 1787a | 1833 | 1542 | 1380 | 4484 |
| tipo de arado | | | | | | | | | | |
| Alveca | 3893 | 1380a | 811a | 1197 | 4353a | 1794a | 1851 | 1631 | 1374 | 4363 |
| Discos | 3768 | 1422a | 608b | 1179 | 4445a | 1762a | 1737 | 1558 | 1349 | 4265 |
| anos de cultivo | 6 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 5 | 7 | 5 | 5 |
| tratamentos | 1,02 | 1,81* | 2,23* | 1,32 | 1,86 | 2,32** | 1,08 | 1,18 | 0,81 | 1,06 |
| L.V. % | 10 | 12 | 59 | 26 | 9 | 10 | 15 | 13 | 13 | 12 |

1) Dentro de cada coluna e de cada modalidade, médias sem letras ou com uma ou mais letras em comum não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F ou de Tukey.

2) Rasa, 0,10m; Profunda, 0,30m; alternada I, rasa e profunda em anos alternados, iniciando-se com a rasa; alternada II, rasa e profunda em anos alternados, iniciando-se com a profunda.

posição intermediária, não diferiu dos outros sistemas; dentro dos demais fatores estudados, o efeito da profundidade foi significativo somente quando se procedeu a uma aração ou quando se empregou o arado de discos, e nesses casos, as arações profunda e alternada I superam a rasa em até 16%.

Nos cultivos de arroz no LR houve efeito significativo dos três fatores estudados. Considerando-se o efeito geral da intensidade, duas arações produziram, em média, quase 200 kg/ha de arroz a mais (aumento de 33%) que uma aração; após a decomposição do fatorial, o efeito da intensidade mostrou-se significativo somente quando se empregou o arado de discos (nesse caso a produção com duas arações foi 58% maior que com uma aração), não sendo significativo para as arações com arado de aiveca e nem para as várias profundidades tomadas isoladamente. Para o fator profundidade, em termos globais, a aração alternada II permitiu um acréscimo médio de produção de 429 kg/ha (aumento de 91%) em relação à aração rasa, embora a alternada I e a profunda também tivessem dado boas produções; além do efeito geral, houve efeito da profundidade quando esse fator foi associado a duas arações ou ao arado de aiveca, e nestes casos, as arações profunda e alternada II deram aumentos de produção de 82 a 155% em relação à aração rasa. Quanto ao tipo de arado, observou-se que a produção de arroz com o arado de aiveca superou, na média dos demais fatores, em 203 kg/ha (aumento de 33%) a obtida com o arado de discos; a influência do arado utilizado manifestou-se, ainda, para a aração alternada II ou quando foi feita apenas uma aração, tendo-se obtido ganhos de 80% e 59%, respectivamente, a favor do arado de aiveca.

Quanto aos experimentos realizados no PV, o da cultura de milho mostrou efeito geral significativo somente para intensidade de aração, tendo a produção com duas arações sido levemente superior à obtida com uma aração, apesar dessa diferença ter sido de apenas 4% na média dos demais fatores, o ganho de produção com duas arações foi de 435 kg/ha de milho (aumento de 11%) quando apenas a aração alternada II foi considerada. O efeito geral da profundidade não foi significativo mas, se computados

apenas os dados obtidos com o arado de aiveca, houve uma vantagem da aração profunda sobre a rasa em 488 kg/ha de grãos (aumento de 12%). Da mesma forma, o tipo de arado não afetou a produção geral, mas para a aração rasa houve um ganho de 391 kg/ha (aumento de 9%) a favor do arado de discos.

A produção de algodão do mesmo solo também mostrou efeito geral significativo somente para intensidade de aração, com leve vantagem de duas arações sobre uma aração (aumento médio de 7%). O efeito da intensidade também foi significativo considerando-se apenas a aração alternada I, apenas o arado de aiveca, ou apenas o arado de discos (aumentos de 14%, 7% e 7%, respectivamente, com duas arações). Houve efeito da profundidade quando foram computados apenas os dados obtidos com o arado de aiveca, tendo as arações profunda e alternada II superado a rasa em até 280 kg/ha de algodão (aumento de 17%). O tipo de arado influenciou somente na aração rasa, com uma vantagem do arado de discos sobre o de aiveca em 216 kg/ha de milho a mais (aumento de 13%).

A apreciação geral dos resultados revela que, para o fator intensidade, duas arações prevaleceram sobre uma aração nas culturas de arroz no LR e milho e algodão no PV, enquanto o inverso se deu com o algodão no LR; cumpre notar que as diferenças de produção obtidas com uma e com duas arações não foram grandes, exceto para a cultura de arroz. Quanto ao fator profundidade, sempre as maiores produções foram obtidas com a aração profunda ou pela alternância entre a rasa e a profunda, independentemente de se iniciar com esta ou aquela; a influência desse fator na produção foi maior que a do fator intensidade, principalmente na cultura do arroz no LR. Para o tipo de arado, houve notável superioridade do arado de aiveca sobre o de discos na cultura do arroz no LR, mas nas culturas de milho e algodão no PV houve apenas pequena vantagem do arado de discos, manifestada na aração rasa.

Os resultados obtidos com respeito à influência da intensidade de aração na produção de milho no PV estão de acordo com os de MARQUES & BERTONI (1961), que verificaram, para esse solo, que duas arações proporcionavam

maior produção do que uma aração. No LR, entretanto, os autores obtiveram efeito inverso, o que também é confirmado pelos dados aqui apresentados para a cultura do algodão nesse solo. É provável que diferenças nas propriedades físicas, como textura, estrutura, aeração, drenagem e resistência à penetração de raízes, desses solos, tenham influenciado o crescimento e produtividade das culturas mencionadas; isso explicaria o fato do PV exigir maior intensidade de preparo que o LR. O efeito da textura já havia sido observado por BERTONI (1951), que constatou que somente nos solos argilosos houve ganho na produção com duas arações, e que nos solos arenosos e soltos, além de não aumentar a produção, a aração dupla agravava o problema da erosão.

SEWELL & CALL (1925) não encontraram qualquer efeito da profundidade de aração na produção de trigo. Em oposição a esses autores, no presente trabalho foi observada nítida vantagem das arações mais profundas sobre a aração rasa, principalmente nas culturas de arroz e algodão no LR. Da mesma forma, McKIBBEN & WHITAKER (1973) verificaram que o efeito da profundidade, combinado com o efeito das condições climáticas, causa grandes diferenças na produção de milho, e que a aração profunda é ainda mais vantajosa quando há ocorrência de períodos de seca após o plantio.

Os dados obtidos no presente trabalho sugerem que o melhor sistema de preparo do solo depende das suas condições, bem como do clima e da cultura. Realmente, TRIPLETT JR. et alii (1970) comentaram que os solos variam amplamente em suas resposta ao sistema de preparo, enquanto LARSON (1962) propôs que o sistema de preparo deva ser escolhido de maneira a atender às necessidades impostas pelas condições locais do solo, clima e cultura. Portanto, muitos estudos ainda são necessários antes que se possa definir qual sistema de lavra é o mais indicado nas diferentes modalidades de uso agrícola do solo.

CONCLUSÕES

Os sistemas de preparo do solo tiveram significativa influência sobre a produção de algodão e arroz no LR

e de milho e algodão no PV. A produção de algodão no LR não variou com o tipo de arado, mas a aração profunda e as alternadas, feitas uma única vez, deram os melhores resultados. No mesmo solo, as maiores produções de arroz foram obtidas com duas arações profundas ou alternadas com arado de aiveca, tendo-se constatado, nesse experimento, acentuada influência do sistema de preparo do solo sobre a produção.

No PV, tanto o milho quanto o algodão produziram mais com duas arações que com uma; o efeito da profundidade e do tipo de implemento foi pequeno nesses experimentos, mas a aração profunda e o arado de discos superaram a aração rasa e o arado de aiveca em algumas ocasiões.

RESUMO

O efeito de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a produção de milho (*Zea mays* L.), algodão (*Gossypium herbaceum* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) foi estudado através de dez experimentos fatoriais completos, envolvendo, duas intensidades de aração (uma e duas arações), quatro profundidades de aração (rasa ou a 10cm; profunda ou a 30cm; rasa e profunda em anos alternados, iniciando-se com a rasa; rasa e profunda em anos alternados, iniciando-se com a profunda) e dois tipos de arado (aiveca e discos). Os experimentos foram conduzidos por cinco e sete anos consecutivos num Latossolo Roxo (LR) de Campinas (SP) e num Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, orto (PV) de Mococa (SP).

Os sistemas de preparo do solo tiveram significativa influência sobre a produção de algodão e arroz no LR e de milho e algodão no PV. A produção de algodão no LR não variou com o tipo de arado, mas a aração profunda e as rasas e profundas em anos alternados, feitas uma única vez deram os melhores resultados. No mesmo solo, as maiores produções de arroz foram obtidas com duas arações profundas, ou rasas e profundas em anos alternados

com arado de aiveca, tendo-se constatado, nesse experimento, acentuada influência do sistema de preparo do solo sobre a produção.

No PV, tanto o milho quanto o algodão produziram mais com duas arações que com uma; o efeito da profundidade e do tipo de implemento foi pequeno nesses experimentos, mas a aração profunda e o arado de discos superaram a aração rasa e o arado de aiveca em algumas ocasiões.

SUMMARY

EFFECT OF TILLAGE SYSTEMS ON THE YIELD ON ANNUAL CROPS

The effect of different tillage systems on the yield of corn (*Zea mays* L.), cotton (*Gossypium herbaceum* L.), rice (*Oryza sativa* L.), peanuts (*Arachis hypogaea* L.), soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) was studied by means of ten factorial experiments involving two plowing intensities (once - and twice - over plowing), four plowing depths (shallow plowing at 10cm; deep plowing at 30cm; shallow and deep plowing in alternated years starting with the shallow; and shallow and deep plowing in alternated years starting with the deep) and two plowing implements (mulboard and disc plow). The experiments were carried out for five to seven consecutive years on a "Roxo" Latosol (Oxisol) of Campinas (SP) and on a Red-Yellow Podzolic Soil (Ultisol) of Mococa (SP).

There was a significant influence of the tillage system on the yield of cotton and rice crops on the "Roxo" Latosol and of corn and cotton crops on the Red-Yellow Podzolic Soil. Cotton yield was not affected by the plowing implements, but once-over deep plowing or shallow and deep plowing in alternated years gave the highest yields. For the rice crops, on the same soil, maximum yields were obtained with twice-over deep plowing or shallow and deep plowing in alternated years using the mulboard plow; in this experiment yield was markedly in-

On the "Roxo" Latosol both corn and cotton crops showed higher yields with twice-over than with once - over plowing; the effects of plowing depths and plowing implement were small in these experiments, but deep plowing and disc plow seemed to be occasionally better than shallow plowing and mulboard plow.

LITERATURA CITADA

- BAVER, L.D., W.H. GARDNER & R.H. GARDNER, 1972. *Soil Physics*, 4 ed., New York, John Wiley, 491p.
- BERTONI, J., 1951. Conservação do solo e mecanização da agricultura. In: Mesa Redonda de Conservação do Solo, 1., São Paulo, Anais, Sociedade Rural Brasileira, p.277-291.
- BRASIL, 1960. Serv. Nac. de Pesq. Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo, Ministério da Agricultura, CNEPA, 634p. (Boletim 12).
- FAULKNER, E.H., 1943. *Plowman's Folly*, New York, Grosset and Dunlop, University of Oklahoma Press, 155p.
- GROHMANN, F., 1969. A estrutura do solo. In: Curso Básico de Solos, Campinas, janeiro a maio de 1969. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, mimeografado.
- LARSON, W.E., 1962. Tillage requirements for corn. *J. Soil Water Conserv.* 17: 3-7.
- MARQUES, J.Q.A. & J. BERTONI, 1961. Sistemas de preparo do solo em relação à erosão e à produção. *Bragantia* 20: 403-459.
- McKIBBEN, J.S. & F.D. WHITAKER, 1973. Tilling various soil zones affects corn yields. *Trans. Am. Soc. Agr. Eng.* 16: 404-406.
- NORTON, R.A., E.V. COLLINS & G.M. BROWNING, 1944. Present status of the plow as a tillage implement. *Agric. Eng. (Michigan)* 25: 7-10.

SEWELL, M.C. & L.E. CALL, 1925. Tillage investigations relating to wheat production. Kansas State Col. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 18.

TRIPLETT JR., G.B.D., D.M. VAN DOREN JR., & W.H. JOHNSON, 1970. Response of tillage systems as influenced by soil type. Trans. Am. Soc. Agr. Eng. 13: 765 - 767.