

INFLUÊNCIAS DA PROFUNDIDADE DE ARAÇÃO E DA DENSIDADE DO SOLO NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO

Sérgio Ari Ribeiro¹
Laércio Melotti¹

INTRODUÇÃO

A progressiva demanda de alimentos e de matérias primas para as indústrias do setor requer uma diversidade de estudos na área do conhecimento agrônomo e, muitas vezes, técnicas simples, como o preparo do solo, podem determinar aumentos substanciais de produtividade.

Entre os cereais, o milho tem grande importância econômica para o Brasil, e o baixo rendimento da cultura é condicionado por várias causas, dentre elas o preparo deficiente do solo, que desencadeia condições desfavoráveis para a germinação da semente, o que se traduz em baixa densidade de plantas, além de um desenvolvimento insatisfatório, resultando em menor produtividade, aquém das necessidades de mercado.

Não basta o solo, fonte de nutrientes e água, apresentar alta fertilidade química, mas há que ter também, boas condições físicas, e estas podem ser melhoradas pelos tratamentos culturais, permitindo o desenvolvimento mecânico do sistema radicular da planta e a retenção e o movimento da água e do ar no solo.

Dos implementos utilizados no preparo do solo, o arado e a grade são os que maiores problemas apresentam. Isto devido às suas profundidades de trabalho e aos seus pesos. Um exemplo é a compactação do solo causada por estes implementos quando manejados incorretamente, dificultando o movimento hídrico no solo, tanto pela infiltração das águas das chuvas como pela percolação ou ascensão capilar, levando o solo a um excesso de água, em

¹ Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, Pirassununga.

razão da drenagem deficiente, ou à aridez, quando então as raízes das plantas não conseguem penetrar, devido à resistência oferecida pelo solo.

Há mais de 5.000 anos, o arado vem servindo à agricultura, e ainda se constitui na principal máquina para o preparo do solo. Portanto, é fundamental a sua correta utilização, tendo-se em mente que a profundidade de aração é específica para cada cultura e para cada tipo de solo.

Com relação à profundidade de aração, SEWELL & CALL (1925) verificaram que a profundidade do solo não influi sobre a produção das culturas e no teor de água do solo. Entretanto, MCKIBBEN & WHITAKER (1973) relataram que a lavração profunda ou superficial, dependendo das condições climáticas, causa grandes diferenças na produção de milho. A resposta positiva à aração profunda, em anos que se seguiu um período seco após o plantio, foi muito maior do que a aração superficial.

SÁ LEITE (1959), no Rio Grande do Sul, também verificou pequena, mas sistemática vantagem de uma sobre duas arações. A aração profunda bem mais dispendiosa não se mostrou superior àquela de profundidade normal de 30-35 cm.

BENATTI JÚNIOR *et alii* (1981), investigando a influência do tipo de arado, da profundidade e da intensidade de aração sobre a produção de culturas anuais em solo Latossol Roxo - Campinas, SP, concluíram que o sistema de preparo do solo estudado, não pode ser generalizado para todas as culturas; para a cultura do milho, a aração profunda com arado de aiveca foi o sistema mais eficiente.

BERTONI (1965), estudando o efeito da intensidade, profundidade e do equipamento, na produção de milho, na Estação Experimental de Mococa, Instituto Agrônomo, Campinas, durante quatro anos consecutivos, verificou vantagem de duas arações sobre uma e da aração profunda, não havendo diferença entre os resultados alcançados com arado de disco e de aiveca.

PASTANA & BERTONI (1966), estudando o sistema de cobertura morta com restos de cultura anual na produção

de milho, verificaram que os resultados obtidos isoladamente com aração de sub-superfície não têm sido melhores que o enterrio dos resíduos, no tocante à produção do cereal. Entretanto, essa prática, combinada à suplementação da dose normal de nitrogênio, tem-se mostrado bastante promissora na determinação da eficiência do sistema para as condições locais onde se desenvolve o estudo.

A Coordenadoria da Assistência Técnica Integral - CATI, recomenda uma profundidade de aração de 15 a 20 centímetros, em número de uma ou duas, conforme as condições e o tipo de solo. Caso o terreno venha sendo cultivado seguidamente durante os últimos anos, uma única aração será suficiente. Se for terreno de pastagem ou estiver em descanso, enfim, se estiver mais "sujo", poderá haver necessidade de duas araões, para que todos os restos fiquem bem enterrados e não venham a constituir obstáculos para as operações futuras, principalmente a semeadura, que é uma operação que deve ser realizada com muito cuidado.

Segundo PARKER & LARSON (1972), os métodos de aração podem alterar a atividade biológica do solo através de mudanças na umidade, temperatura, aeração e também afetar diretamente a disponibilidade de nutrientes e o crescimento da planta.

MENDES (1931) recomenda que se faça uma primeira lavra (aração) em maio ou junho, a 15 cm de profundidade para enterrar o resto de cultura do milho, e uma segunda lavra em fins de setembro ou princípios de outubro ou depois das primeiras chuvas do fim desse mês, indiferentemente se realizadas com o arado de discos ou de aiveca.

VIÉGAS (1966) diz que não se deve arar demasiado raso, assim como não é aconselhável a aração profunda e recomenda cerca de 15 cm para o arado de 12 polegadas e 18 cm para o arado de 14 polegadas, isto é, a metade da largura de corte.

Dados obtidos no Instituto Agrônomo, citados por VIÉGAS (1966), mostram que o preparo superficial do solo, apenas com grade de disco, é insuficiente, ao passo que não são necessárias duas, mas apenas uma única aração.

Browning citado por QUINTILIANO *et alii* (1961), comparando as produções de milho quando o preparo do solo foi executado por vários sistemas, conclui que o solo fica mais compacto e não tão bem arejado nos talhões com preparo de sub-superfície do que quando o terreno foi preparado com o arado. Adverte, também, que o preparo por grade de discos, se for excessivo, destruirá os agregados do solo.

No que diz respeito à densidade do solo, BAVER *et alii* (1972) afirmaram que as condições de infiltração, retenção de água e arejamento estão estreitamente relacionadas com a estrutura do solo.

RAMOS & WILES (1974), trabalhando com sistema convencional de cultivo, concluíram que os seguidos revolvimentos no preparo do solo, causam contínuas modificações em sua estrutura, e que a compactação do solo oferece resistência à penetração das raízes, ou limita a aeração no solo.

SACCHI (1978), estudando os efeitos dos diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas dos solos, verificou que a produção agrônômica da cultura de milho em solo Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa, foi maior no tratamento que envolve aração e gradagem e destacadamente menor no tratamento que envolve cultivo mínimo, não diferenciando nos demais tratamentos. Para o Latossol Roxo, a produção foi maior no tratamento que envolve duas arações e gradagem, e menor para o cultivo mínimo, enquanto que os demais tratamentos não diferiram entre si.

MACHADO & BRUM (1978), em trabalhos realizados em talhões de solo submetido aos sistemas de plantio direto e convencional, comparando-os com talhões sob mata virgem e campo nativo, determinando-se alterações físicas decorrentes do manejo, nas profundidades de 0-15 cm e 15-30 cm, de um Latossol Roxo Distrófico, textura argilosa, pertencente à unidade de mapeamento Santo Ângelo, situado na região das missões do Estado do Rio Grande do Sul, verificaram que houve efeitos do sistema convencional de cultivo quando comparado com os demais tratamentos, com diminuição da porosidade total, macroporosida-

de e matéria orgânica e aumento da densidade e microporosidade do solo.

Anderson *et alii* (1958), citados por CASAGRANDE *et alii* (1975), comparando os tratamentos: milho contínuo e subsolagem, milho em rotação com trigo e trevo doce intercalado e milho com essa mesma rotação mais subsolagem, verificaram os efeitos na produção, bem como, na densidade aparente do solo e na estabilidade de agregados em água. Depois de quatro anos chegaram às seguintes conclusões: a subsolagem promoveu efeito desfavorável corrigido pela rotação da cultura; a densidade aparente do solo e a estabilidade dos agregados em água, correlacionaram-se significativamente com a produção do milho.

Ulrich & Anderson, citados por QUINTILIANO *et alii* (1961), comparando um solo virgem com outro equivalente, que havia sido cultivado durante cerca de 50 anos, concluíram que os anos de cultivo aumentaram a densidade do sub-solo e diminuíram a sua capacidade de utilizar água disponível. Verificaram ainda, que a porosidade reduziu-se em qualquer tipo de solo por efeito do cultivo.

O presente trabalho tem por objetivo, verificar as influências da profundidade de aração e da densidade do solo na produção da cultura de milho (*Zea mays* L.), em solo Latossol Vermelho Escuro-Orto da região de Pirassununga, São Paulo, visando a aplicação dos seus resultados na elevação da sua produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento se desenvolveu no Centro Intraunidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias Fernando Costa - CIZIP, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, no município de Pirassununga, Estado de São Paulo, a 21°59'01" de latitude S e 47°20'06" de longitude W.Gr., apresentando: clima tropical, tipo savana, com uma temperatura média anual de 20,8°C e precipitação média anual de 1.298 mm, solo tipo Latossol Vermelho Escuro-Orto.

A área experimental foi de 2.923 m², com 900 m² de área útil, e era anteriormente ocupada por pastagem de

capim gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv) e Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf) durante 15 anos consecutivos, quando não houve nenhuma mobilização do solo.

A espécie de milho cultivada foi *Zea mays* L.

As amostras de solos foram coletadas para a determinação da densidade aparente, comumente denominada densidade do solo, onde empregou-se o método de um cilindro metálico de volume conhecido.

A operação de aração foi realizada com arado de discos (26") nas profundidades de 15, 20 e 25 cm; as gradagens em número de três (duas destorroadoras e uma niveladora).

A semeadura foi realizada mecanicamente, e o espaçamento da cultura 1,00 metro entre linhas. Utilizaram-se sementes de milho híbrido, variedade H M D 7974 na quantidade de 25 kg/ha. A adubação de plantio constituiu-se na aplicação de 424 kg/ha da formulação 8-60-15 e a de cobertura 210 kg/ha de sulfato de amônio, ocasião em que foi realizado um cultivo mecânico.

A operação colheita foi efetuada manualmente, procedendo-se a contagem e pesagem do material coletado.

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos ao acaso de acordo com PIMENTEL GOMES (1981), considerando-se dois tratamentos: profundidade de aração (15 cm, 20 cm e 25 cm) com 6 repetições cada um, e densidade do solo (1,10 a 1,20; 1,21 a 1,25 e 1,26 a 1,40 g/cm³) com 4, 7 e 7 repetições respectivamente. Foram consideradas como variáveis dependentes as seguintes características da cultura: número de plantas e de espigas, o comprimento de espigas (cm), os pesos de plantas, espigas, grãos, espiga sem palha e do sabugo (kg). As amostras para análise destas características foram realizadas em parcelas experimentais com 50 m² de área útil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de sistemas de preparo do solo, com referência à profundidade de aração e de densidade do solo é apresentado no quadro I.

Quadro I. Médias das variáveis dependentes de acordo com a profundidade de aração e densidade do solo nas parcelas experimentais.

Característica	Profundidade de aração			Densidade do solo (g/cm ³)			Geral (X)
	15 cm	20 cm	25 cm	1,10 a	1,21 a	1,26 a	
Número de plantas	200,17	203,67	197,00	195,50	198,14	205,14	200,28
Peso de plantas (kg)	46,22	45,45	44,20	48,25	44,86	44,03	45,29
Número de espigas	174,17	158,33	157,50	160,25	157,57	170,86	163,33
Peso de espigas (kg)	21,20	18,27	20,17	20,03	18,91	20,76	19,88
Comprim. de espigas (cm)	15,62	15,73	15,25	15,11	15,75	15,55	15,53
Peso de grãos (kg)	13,42	11,87	11,82	11,88	12,23	12,79	12,37
Peso de espiga s/palha (kg)	17,56	15,76	15,73	15,58	16,14	17,01	16,35
Peso do sabugo (kg)	4,15	3,90	3,91	3,71	3,91	4,22	3,99

Quadro II. Médias das variáveis dependentes de acordo com a profundidade de aração e densidade do solo para uma área estimada de 10.000 m² (1 hectare).

Característica	Profundidade de aração			Densidade do solo (g/cm ³)			Geral (X)
	15 cm	20 cm	25 cm	1,10 a	1,21 a	1,26 a	
Número de plantas	40034	40734	39400	39100	39628	41028	40056
Peso de plantas (kg)	9244	9090	8840	9650	8972	8806	9058
Número de espigas	34834	31666	31500	32050	31514	34172	32666
Peso de espigas (kg)	4240	3654	4034	4006	3782	4152	3976
Comprimento de espigas (cm)	15,62	15,73	15,25	15,11	15,75	15,55	15,53
Peso de grãos (kg)	2684	2374	2364	2376	2446	2558	2474
Peso de espiga sem palha (kg)	3512	3152	3146	3116	3228	3402	3270
Peso do sabugo (kg)	830	780	782	742	782	844	798

Pode-se observar que não houve efeito significativo da profundidade de aração quando realizada a 15 cm, 20 cm ou 25 cm sobre a produção de milho, e que para os diferentes intervalos de densidade do solo adotados, as características consideradas não sofreram variações significativas ($P < 0,05$).

No quadro II são apresentadas as médias das variáveis dependentes de acordo com a profundidade de aração e densidade do solo para uma área estimada de 10.000 m² (1 hectare).

Esses resultados demonstram que arações com profundidades superiores a 15 cm para o Latossol Vermelho Escuro Orto nas condições em que foi realizado o estudo não só são desnecessárias, como também inconvenientes, pois acarretam maiores despesas, além de exigirem maior esforço tratorio e provocarem o desgaste prematuro de peças e implementos.

A produção média da cultura foi de 2.473,3 kg/ha de milho em grão ou seja 41,22 sacas/ha, sendo condizente com a produção média do cereal para a região de Pirassununga (40 sacas/ha).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

a) O sistema de preparo do Latossol Vermelho Escuro Orto não pode ser generalizado para regiões com diversidades climáticas do local onde foi realizado o experimento.

b) Para o Latossol Vermelho Escuro Orto é recomendável uma profundidade de aração de 15 cm, pois além de ser menos dispendiosa, não mostrou diferença significativa na produção do cereal quando comparada às arações mais profundas.

c) Para os intervalos de densidade do solo 1,10-1,20, 1,21-1,25 e 1,26-1,40 g/cm³ não se verificam variações significativas na produção da cultura de milho.

d) O preparo do solo sempre que executado corretamente, favorece o desenvolvimento da cultura, tendo-se em

mente que a profundidade de aração é específica para cada cultura, em cada tipo de solo.

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido no Centro Intra-unidade de Zootecnia e Indústrias Pecuárias Fernando Costa - CIZIP, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, município de Pirassununga, SP, a $21^{\circ}59'01''$ de latitude S e $47^{\circ}20'06''$ de longitude W.Gr., apresentando clima tropical, tipo savana, com uma temperatura média anual de $20,8^{\circ}\text{C}$ e precipitação média anual de 1.298 mm, solo tipo Latossol Vermelho Escuro-Orto. Visando-se o estudo do efeito da profundidade de aração e da densidade do solo na produção da cultura do milho, foi instalado um experimento em blocos ao acaso, considerando-se dois tratamentos: profundidade de aração (15 cm, 20 cm e 25 cm) com 6 repetições cada um, e densidade do solo (1,10 a 1,20, 1,21 a 1,25 e 1,26 a 1,40 g/cm^3) com 4, 7 e 7 repetições respectivamente. Foram consideradas como variáveis dependentes: o número de plantas e de espigas, o comprimento de espigas (cm), os pesos de plantas, espigas, grãos, espiga sem palha e do sabugo (kg). A área experimental foi de 2.923 m^2 , com 900 m^2 de área útil (18 parcelas de 50 m^2). Utilizaram-se sementes de milho híbrido, variedade HMD 7974 na quantidade de 25 kg/ha. A adubação de plantio foi de 424 kg/ha da formulação 8-60-15 e a de cobertura 210 kg/ha de sulfato de amônio. Observou-se que não houve diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$) dos tratamentos estudados sobre a produção de milho. Para uma área estimada de 10.000 m^2 teríamos os seguintes resultados referentes às médias gerais das variáveis dependentes: número de plantas 40.056; peso de plantas 9.058 kg; número de espigas 32.666; peso de espigas 3.976 kg; comprimento de espigas 15,53 cm; peso de grãos 2.474 kg; peso de espiga sem palha 3.270 kg e peso do sabugo 798 kg.

SUMMARY

INFLUENCE OF FURROW DEPTH AND SOIL DENSITY
ON CORN YIELD

The purpose of this work was to get information about influence of furrow depth on a corn crop, in a "Latossol Vermelho Escuro Orto" soil, in the region of Pirassununga, SP. During the trial, three furrow depths were tested: 15 cm, 20 cm and 25 cm, also searching the soil density effect on some corn plant characteristics.

Based on the results, it was concluded:

a) In the "Latossol Vermelho Escuro Orto", furrow depth of 15 cm, is recommended.

b) Among soil densities of 1.10-1.20, 1.21-1.25 and 1.26-1.40 g/cm³ no significant difference on corn production was detected.

c) If soil is plowed correctly the crop will grow adequately, and one should pay attention to the furrow depth because it is specific for each crop, in each soil type.

LITERATURA CITADA

BAVER, L.D., W.H. GARDNER & W.R. GARDNER, 1972. **Soil Physics**, 4 ed., New York, John Wiley, 491 p.

BENATTI JUNIOR, R., O. FREIRE & G.V. FRANÇA, 1981. Influência do tipo de arado, da profundidade e da intensidade de aração sobre a produção de culturas anuais. I. Em Latossolo Roxo. **Engenharia Agrícola**, Botucatu 5(2): 7-13.

BERTONI J., 1965. Alguns aspectos do manejo do solo na cultura do milho. In: Reunião Brasileira do Milho, 6^a, Piracicaba, **Anais**, p. 105-121.

- COORDENADORIA DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 1972-73. **Produção de milho**, Secr. Agr. do Estado de São Paulo.
- MACHADO, J.A. & A.C.R. BRUM, 1978. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2(2): 81-150.
- MCKIBBEN, J.S. & F.D. WHITAKER, 1973. Tilling various soil zones affects corn yields. **Trans. Am. Soc. Eng.** 16: 404-406.
- MENDES, C.T., 1931. Preparo do solo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, 6: 438-441.
- PARKER, D.T. & W.E. LARSON, 1972. Efectos de la labranza en la nutrición del maíz. **La Hacienda** 67(11): 12-14.
- PASTANA, F.I. & J. BERTONI, 1966. Aração de sub-superfície e produção do milho. In: Congresso Panamericano de Conservação do Solo, São Paulo, **Anais**, p. 437-442.
- PIMENTEL GOMES, F., 1978. **Curso de Estatística Experimental**, Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 430 p.
- QUINTILIANO, J. *et alii*, 1961. Sistemas de preparo do solo em relação à produção e à erosão. **Bragantia**, Campinas, 20(9).
- RAMOS, M. & T.L. WILES, 1974. Sistema de preparo mínimo do solo - Técnicas e perspectivas para o Paraná. In: Reunião da Soja, Itulutaba, MG.
- SÁ LEITE, C.A., 1959. **Pesquisas agrícolas com milho**, Porto Alegre, Sec. Agr., p. 27-41.
- SACCHI, E., 1978. **Efeitos de diferentes sistemas de cultivo na cultura de milho (*Zea mays* L.)**, Piracicaba, Dissertação de Mestrado, ESALQ.