

SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E AS INFLUÊNCIAS DE PROFUNDIDADE ,
INTENSIDADE E EQUIPAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE CULTURAS ANUAIS
EM LATOSSOLO ROXO E EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ORTO

ROMEU BENATTI JUNIOR

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo-Brasil
Março, 1981

SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E AS INFLUÊNCIAS DE PROFUNDIDADE,
INTENSIDADE E EQUIPAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE CULTURAS ANUAIS
EM LATOSSOLO ROXO E EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ORTO

ROMEU BENATTI JUNIOR

Orientador: Prof.Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo-Brasil
Março, 1981

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. Geraldo Viçtorino de França, do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da E.SA."Luiz de Queiroz" pela dedicada e eficiente orientação.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelas oportunidades e ensinamentos oferecidos.

Ao Pesquisador Científico Dr. Lourival Carmo Mônico, Diretor Geral do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pelas facilidades oferecidas.

Ao Pesquisador Científico Dr. José Bertoni, ex-Chefe da Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico, autor principal dos dois projetos experimentais que deram origem a este trabalho, a minha sincera gratidão.

Ao Pesquisador Científico Ph.D. Francisco Lombardi Neto, Chefe Substituto da Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico, pela orientação na análise estatística, pelas sugestões apresentadas e pelas palavras de incentivo e apoio moral, fatores imprescindíveis na vida de cada um.

Ao Pesquisador Científico Reinaldo Forster, Chefe do Centro Experimental de Campinas, pelas facilidades oferecidas.

Ao Pesquisador Científico Túlio Ribeiro Rocha, Chefe da Estação Experimental de Mococa, pelas facilidades oferecidas.

Aos Senhores Celso Tabossi, Auxiliar de Engenheiro-Agrônomo, José Benedito Camargo, Antonio Gozzi, José Honório Gonçalves, Geraldo Carnelocci, João Domingos Cazassa, Auxiliares de Campo; João Reducino, Laurindo Campacci, João Messias de Assis, Pedro de Freitas, Renato José Mazarin, Roberto Colucci, Onofre Pereira da Silva, Tratoristas, todos pertencentes ao Centro Experimental de Campinas; e Senhores Arredêncio Ferracin, Auxiliar de Engenheiro-Agrônomo, Fernando de Moraes, Benedito José Dias Filho, José Benedito Dias, Tratoristas, todos pertencentes à Estação Experimental de Mococa, o meu agradecimento pelas operações de preparo e cultivo do solo, sempre precisas e cuidadosamente efetuadas nos dezoito anos de experimentação.

Aos demais funcionários do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste evento.

OFERECIMENTO

Uma página escrita com o coração é fruto de um aprendizado de experiências sofridas e acumuladas para um reajustamento maior. Observação de atitudes tomadas, de atos praticados para uma melhor solução. É também lembranças de dias tristes e sofridos, alegres e festivos, de épocas de paz, de repouso, de tumultos e desajustes.

Uma página escrita pode ser um dia de festa, festa de corações unidos, em que a confiança somada com a esperança se faz oração. Nesta oração renovo a Deus os meus agradecimentos por ser aquilo que sou.

Todos nós somos âncoras uns dos outros nas praias da vida. Não seguiremos adiante, sem que nossas mãos estejam entrelaçadas. O mundo assim se nos revela transformado em escola bendita na qual todos somos aprendizes da felicidade.

E a vida é um processo de sequências que ninguém consegue fugir. Primeiro a meia-noite, depois o anúncio da alvorada, em seguida é o dia de festa renovado com todo o rio de graças, junto de cujas águas benditas todos permanecemos a fim de produzir o melhor ao nosso alcance.

Hoje é dia de festa para mim, pois venço uma etapa de muitas que vão aparecer.

Este trabalho é oferecido a uma equipe, que me acolheu há doze anos me oferecendo uma oportunidade de poder colaborar com ela, e o mais importante, de fazer parte dela.

Esta equipe era constituída pelos Pesquisadores Científicos Dr. José Bertoni, Engº Agrº Mestre Francisco Ignácio Pastana (em memória) e Ph.D. Francisco Lombardi Neto.

À eles a minha gratidão pela contribuição direta por minha formação profissional.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Material	18
3.1.1. Equipamento de preparo do solo	18
3.1.2. Solos	19
3.1.3. Descrição geral das áreas de estudo ..	22
3.1.3.1. Geomorfologia e geologia	22
3.1.3.2. Localização e clima	24
3.2. Métodos	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Resultados obtidos em Latossolo Roxo	39
4.2. Resultados obtidos em Solo Podzólico Vermelho- Amarelo orto	43
4.3. Comparação dos resultados obtidos nos dois lo- cais	47
5. CONCLUSÕES	49
6. LITERATURA CITADA	53

LISTA DE QUADROS

	Página
1 - Cronogeologia das áreas de Campinas e Mococa	23
2 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de milho e algodão; em kg/ha, no Latossolo Roxo	34
3 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de amendoim e arroz, em kg/ha, no Latossolo Roxo	35
4 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de milho e algodão, em kg/ha, no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto	36
5 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de amendoim e arroz, em kg/ha, no Solo Podzólico Vermelho - Amarelo orto	37
6 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de soja e sorgo, em kg/ha, no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto	38
7 - Análise de variância dos dados de produção de seis culturas em duas unidades de solo	40

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 - Balanço hídrico segundo o método de "Thorntwaite e Mather (1955)", para a localidade de Campinas , SP	25
2 - Balanço hídrico segundo o método de "Thorntwaite e Mather (1955)", para a localidade de Mococa, SP	27

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos nas produções do milho, do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo utilizando sistemas de preparo do solo com os arados de aiveca e de discos, realizando trabalhos em profundidades de 0,10 m e de 0,30 m consideradas como sendo arações rasa e profunda respectivamente, e em duas intensidades de aração, ou seja, uma aração e duas arações (sendo uma feita logo após a colheita e a segunda, na época normal), em Latossolo Roxo e em Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto.

Quanto à intensidade de aração, no Latossolo Roxo "uma aração" foi superior a "duas arações", nas culturas do milho e do algodão; porém foi inferior para as culturas do amendoim e do arroz. No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto, nas culturas do milho, do algodão e da soja, "duas arações" foi superior a "uma aração"; na cultura do amendoim, "uma aração" foi superior a "duas arações"; e nas culturas do arroz e do sorgo, "uma aração" não diferiu de "duas arações".

Com relação à profundidade de aração, no Latossolo Roxo nas culturas do milho, do algodão, do amendoim e do arroz, a "aração profunda" foi superior à "aração rasa". No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto para as culturas do milho, do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo, a "aração profunda" foi superior à "aração rasa".

Quanto ao equipamento, no Latossol Roxo para as culturas do milho e do arroz o arado de aiveca foi superior ao arado de discos, porém foi inferior para as culturas do algodão e do amendoim. No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto para as culturas do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo o arado de aiveca foi superior ao arado de discos, porém foi inferior para a cultura do milho.

Como principal conclusão do trabalho, pode-se dizer que os sistemas de preparo do solo não são gerais, e sim específicos para cada cultura e para cada unidade de solo, dependendo ainda das condições climáticas locais.

Systems of seedbed preparation and the effects of depth, plowing schedule and equipment on the yield of annual crops grown in a "Roxo" Latosol and a Red Yellow Podzolic ortho.

SUMMARY

This work presents the yields obtained from corn, cotton, peanuts, rice, soybean and sorghum in cropping systems in which the soil was plowed with mullboard and disc plows to the depths of 0,10 m and 0,30 m, considered as shallow and deep plowing, respectively, and two plowing schedules, once-over and twice-over (one following harvest and the other conventional), in a "Roxo" Latosol and a Red-Yellow Podzolic, ortho. Regarding the plowing schedules, once-over was superior to twice-over for corn and cotton grown in the "Roxo" Latosol soil, but was inferior for peanuts and rice. In the Red-Yellow Podzolic ortho, plowing twice-over was superior to once-over for corn, cotton and soybean; once-over was superior to twice-over for peanuts; for rice and sorghum no difference was observed between the two plowing schedules.

As to depth plowing in "Roxo" Latosol, deep plowing was superior to shallow plowing for corn, cotton, peanuts and rice. Deep-plowing was also superior to shallow plowing in the Red-Yellow Podzolic ortho, for corn, cotton, peanuts, rice, soybean and sorghum.

Regarding the equipment, the mullboard plowing was superior to disc plowing for corn and rice grown in the "Roxo" Latosol, but it was inferior for peanuts and cotton. In the Red-Yellow Latosol, ortho, mullboard plowing was superior to disc plowing for cotton, peanuts, rice, soybean and sorghum, but was inferior for corn.

The main conclusion of this research work is that there is no general system of soil seedbed preparation; they appear to be specific for each crop and for each soil unit and otherwise dependent upon the local climatic conditions.

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente de alimentos e de matéria-prima para as indústrias conduz a duas alternativas: ampliação da área cultivada ou aumento da produtividade.

A primeira delas é uma solução temporária, uma vez que, cerca de 80 % dos solos agricultáveis já estão sendo utilizados. A segunda é uma solução mais racional, porque técnicas adequadas permitem que se dobre ou se triplique a produtividade dos solos cultivados de acordo com sistemas tradicionais.

É verdade, no entanto, que a capacidade da Terra de sustentar seres vivos é limitada, sendo esse limite determinado pela interação da área cultivada e da produtividade. Desde que a área cultivável seja fixa, só resta a alternativa de se aumentar a produtividade por meio de sistemas de manejo específicos para cada solo e para cada cultura. A busca desses sistemas constitui, inegavelmente, um dos grandes desafios que a Agronomia

enfrenta para adiar o momento crítico em que a população humana deverá parar de crescer, por falta de alimentos.

Com base na hipótese que as condições físicas do solo são a chave da produtividade (DAVER et alii, 1972) desenvolveu-se este trabalho visando os seguintes objetivos específicos:

- a. Efeito do tipo de equipamento de preparo do solo;
- b. Efeito da profundidade das operações de preparo do solo;
- c. Efeito da intensidade de aração.

Sem se pretender resolver definitivamente o problema, espera-se que os resultados obtidos em duas unidades de solo sejam uma contribuição significativa para o estudo dos sistemas de preparo do solo para algumas das culturas economicamente importantes no Estado de São Paulo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

É sabido que os sistemas de preparo e cultivo do solo devem ser escolhidos para atender às necessidades específicas de cada cultura, de modo a se obter maior produtividade com menor custo, assegurando ao mesmo tempo, a conservação do solo.

Um sistema de preparo do solo pode ser identificado pelo tipo de equipamento utilizado, pela profundidade de aração, pela intensidade das operações e pelo revolvimento maior ou menor do solo.

SUAREZ DE CASTRO (1956) e GROHMANII (1969) demonstraram ser a estrutura do solo uma característica dinâmica, que pode ser modificada ou alterada com o tempo, principalmente pelo manejo incorreto do solo.

BAVER et alii (1972) afirmaram que as condições de infiltração, retenção de água e arejamento do solo estão estreitamente relacionados com a estrutura.

A demanda de produtos alimentícios e de matéria-prima para a indústria leva o agricultor a uma ampliação das áreas cultivadas, a uma intensificação dos trabalhos de preparo do solo e a um crescente emprego de máquinas na sua atividade agrícola.

Como resultado dessa necessidade há uma busca incessante para novos métodos, novas máquinas e sistemas de manejo do solo visando a uma maior produção de culturas, sem prejuízo das condições agrícolas e ecológicas do solo.

Segundo DACY (1916), o arado vem sendo utilizado pelo homem há mais de cinco mil anos, e ainda e, com algumas modificações, a principal máquina no preparo do solo, e a melhor ferramenta para soltá-lo, aumentando a porosidade da camada onde se desenvolvem as raízes e que fornece a água e os nutrientes necessários para a germinação e crescimento das plantas cultivadas.

DACY (1916) e PAGE (1949) defenderam o arado, tido como símbolo da agricultura, e o consideraram a principal máquina em pregada pelos agricultores, de todas as partes do mundo, no preparo e cultivo do solo.

FAULKNER (1943) classificou os arados como prejudiciais, pois os mesmos, enterrando a vegetação e os restos culturais existentes na superfície do solo, iam contra a disposição encontrada na natureza, em que os restos orgânicos ficam sobre a superfície do solo, protegendo-o e fornecendo alimento para as plantas gradualmente, à medida que vão se decompondo, ao passo que os restos orgânicos sendo enterrados formam uma camada isolante, dentro do solo, prejudicando a produção das culturas.

FAULKNER (1948) concluiu que o preparo superficial, com apenas uma escarificação e corte do mato, que deve ser deixado na superfície, contribui para uma duração maior da fertilidade e melhor proteção contra a erosão.

O problema da erosão do solo no Brasil está relacionado com o sistema de preparo utilizado pelo agricultor. Sem sombra de dúvida, o preparo intensivo do solo está sendo a maior causa acelerada do processo de erosão. Nenhuma prática conservacionista, atualmente em uso, poderá controlar as perdas de solo, se não forem mudadas as práticas de preparo e de manejo.

NORTON et alii (1944), analisando diversos sistemas de preparo do solo, encontraram produções maiores no solo sulcado quando comparado com o preparo de sub-superfície, sendo que as plantas nos talhões arados eram significativamente maiores do que nos talhões com preparo de sub-superfície.

MARQUES e BERTONI (1961) mostraram que o preparo do solo com arado revolvedor comum na cultura do milho proporcionou produções em geral superiores às aquelas obtidas com arado de sub-superfície, evidenciando a conveniência de um revolvimento do solo para a incorporação dos restos de cultura. Eles verificaram que no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó a repetição da aração proporcionou um aumento de 4 % na produção do milho. No Latossolo Roxo o preparo com apenas uma aração produziu cerca de 19 % a mais do que duas arações, o que demonstra ser desnecessária e até inconveniente a repetição da aração. O mesmo aconteceu com Solos Podzolizados Lins e Marília, com uma diferença na produção da ordem de 7 %. Somente em terrenos praguejados com grama seda (Cynodon dactylon (L) Pers. e tiririca (Cyperus rotundus, L.) houve um aumento de 13 % na produção de milho no Latossolo Roxo, quando no solo se faziam duas arações ao invés de uma.

Diversos tipos de máquinas e de sistemas de preparo do solo têm sido desenvolvidos em todo o mundo visando a maiores produções, maior proteção ao solo e maior economia de trabalho e combustível.

SEWELL e CALL (1925), investigando sistemas de preparo do solo, concluíram que a profundidade de aração não faz variar a produção, e nem causa qualquer variação na umidade do solo.

MCKIBBEN e WHITAKER (1973) relataram que o efeito do preparo raso ou profundo do solo, combinado com o efeito das condições climáticas, causa grandes diferenças na produção do milho. A resposta na produção durante anos com períodos de seca seguidos ao plantio é maior na aração profunda do que na rasa.

BERTONI (1951) mostrou que a prática de arar duas vezes, uma após a colheita e outra antes do plantio, acarretou maiores perdas por erosão do que uma aração. Somente nos solos argilosos foi que se verificou ligeira vantagem no aumento de produção com duas arações comparada com uma única aração; nos solos arenosos e soltos, além de provocar maiores perdas por erosão, o sistema de duas arações não proporcionou aumento na produção.

LARSON (1962) comentou que os solos e as condições climáticas resultam em diferentes necessidades para os manejos do solo e da água. Em algumas áreas é de grande importância que os restos culturais sejam enterrados, enquanto que em outras áreas é mais conveniente que os resíduos sejam mantidos na superfície. Assim, os sistemas de preparo do solo devem ser escolhidos de maneira a atender às necessidades do solo, da planta e do clima.

BURWELL et alii (1968) alertaram que as tradicionais práticas de preparo do solo, em geral criam condições de

física do solo que restringem a infiltração da água, aumentando a enxurrada e a remoção de terra e nutrientes das plantas.

Há muitos anos o Instituto Politécnico de Virgínia (USA) vem desenvolvendo pesquisas sobre preparo do solo visando obter um sistema ideal que: a) reduza a quantidade de preparo do solo necessária; b) mantenha uma estrutura tal que permita uma ótima germinação da semente e desenvolvimento da planta, e uma boa penetração e armazenamento da água da chuva; c) faça maior uso benéfico dos resíduos da cultura precedente pela diminuição da evaporação e das perdas de terra e água pela erosão (SHANHOLTZ e LILLARD, 1970).

SHANHOLTZ e LILLARD (1968) observaram, segundo da dos obtidos, que a umidade do solo é o fator dominante para as diferenças de produção dos sistemas de preparo do solo.

TRIPLETT et alii (1970) consideraram que os diferentes solos variam amplamente nas suas respostas ao sistema de preparo, e que outras práticas de manejo podem interferir com o preparo do solo, concluindo que devem ser bem definidas as respostas específicas dos sistemas de preparo do solo nas suas diferentes unidades antes que um deles possa ser indicado.

BROWNING (1948) já advertia que o preparo do solo com grade de discos destrói os agregados do solo, e que o seu emprego, quando não criterioso, predispõe o solo a erosão.

O preparo denominado convencional, em que o terreno é lavrado antes do plantio e logo a seguir é gradeado por duas, por três ou até quatro vezes, tem contribuído para a destruição da estrutura do solo e a formação de uma camada compactada logo abaixo da superfície. O uso indiscriminado do arado de discos, que em função de sua velocidade de trabalho provocam um tombamento do solo em velocidade, ajuda a destruir a estrutura, formando na superfície uma camada de três a cinco centímetros completamente sem estrutura e transformada em pó. Quando ocorrem chuvas intensas e o solo está desprotegido há ocorrência de erosão laminar e o carregamento desse material desagregado para os canais dos terraços, onde provoca o assoreamento dos mesmos e o transbordamento das águas, ocasionando a erosão pelo rompimento dos terraços, ou pela passagem da água de um para outro terraço.

A presença da camada de pó também diminui a capacidade de infiltração do solo e praticamente toda a água das chuvas é forçada a escorrer pela superfície do terreno.

A formação de uma camada de solo compactada se deve ao excessivo número de passagens de máquinas no terreno,

ao preparo por anos seguidos com o mesmo tipo de equipamento, e sempre a mesma profundidade, e também ao preparo do solo quando ainda há excesso de umidade. Essa camada compactada provoca vários problemas que vão prejudicar tanto o solo como o próprio rendimento da cultura.

O preparo do solo para o plantio tem sofrido variações, que vão desde o preparo mínimo onde se elimina a aração e se passam grades niveladoras e enxadas rotativas, com ou sem queima de resíduos, até o chamado preparo intensivo que implica em mecanização pesada e revolvimento excessivo de solo, com ou sem queima de resíduos.

No início da década de 1950 foram iniciados os primeiros estudos de cultivo mínimo, que basicamente consiste em arar e plantar em uma única operação. A vantagem deste sistema é o menor custo operacional, a redução ao mínimo do tráfego de máquinas agrícolas no terreno, a economia de combustível e horas de trabalho, e a redução das perdas por erosão. OVERDAHL et alii (1959) mostraram muitos métodos imaginados e utilizados para essas finalidades.

Hoje pode-se distinguir duas modalidades de preparo do solo para milho, soja, sorgo, trigo e outras culturas: o convencional e o preparo mínimo.

O sistema de preparo convencional utiliza várias operações, incluindo gradagem e semeadura, seguidas de cultivo mecânico com ou sem aplicação de herbicidas. O sistema de preparo mínimo consiste em efetuar a semeadura com revolvimento reduzido do solo, havendo diversas formas de fazê-lo, destacando-se o sistema de plantio direto, no qual a semeadura é feita diretamente após a eliminação de ervas existentes com herbicidas apropriados, através de uma plantadeira especialmente desenvolvida para esse sistema. A filosofia do plantio direto é antiga, mas somente depois do aparecimento no mercado de herbicidas sofisticados ele se tornou viável.

HARROLD (1972) demonstrou que os processos erosivos estão intimamente relacionados com os sistemas de cultivo, convencional ou reduzido.

SHEAR (1968) e PRICE (1972) classificaram o sistema de plantio direto como sendo a mais nova técnica em manejo reduzido do solo.

Coincidindo com o início do estudo de cultivo mínimo, a partir de 1950 o arado de aiveca foi perdendo terreno para outros tipos de arado como o de discos, de facão, etc.

FAULKNER (1943) reconheceu no arado o maior causa dor da erosão do solo, chegando a afirmar que não havia razão científica para se proceder à aração do solo.

PHILIPS e YOUNG (1973) concluíram que a devasta - ção provocada pelo arado é muito grande.

MARQUES et alii (1961) estudaram o efeito do pre- paro do solo, ocasionando maior ou menor revolvimento, e conclui ram que o sistema de preparo tem efeito sobre as perdas de ter- ra e de água. O tratamento "duas arações" com arado de aiveca promoveu uma perda de terra de 14,6 t/ha e 5,7 % da chuva anual em água escorrida, enquanto que o tratamento "uma aração" com o arado de aiveca perdeu 12,0 t/ha de terra arrastada e 5,5 % da chuva anual em água escorrida. Quando a aração foi superficial, com arado de aiveca sem a telha tombadora, a perda foi de 8,6 t/ha de terra arrastada e 5,0 % da chuva anual em água escoada. Tais resultados mostram que o revolvimento deve ser limi- tado, pois caso contrário, aumentarã a desagregação das partícu- las do solo. Esses dados se referem à cultura do milho.

LOMBARDI NETO et alii (1980)* concluíram, estudando sistemas de preparo do solo em relação à produção e à erosão, que quanto maior for o revolvimento do solo maiores serão as perdas por erosão.

* LOMBARDI NETO, F.; O.M. CASTRO; S.C.F. DECHEN; I.R. SILVA; R. BENATTI JR. Sistemas de preparo do solo em relação à erosão e à produção. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Conservação do Solo. Brasília, D.F., 27 a 30 de outubro de 1980. (A publicar).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O material e a metodologia empregados na realização deste estudo são descritos em seguida.

3.1. Material

O material utilizado é constituído do equipamento ensaiado e dos solos escolhidos.

3.1.1. Equipamento de preparo do solo

No Centro Experimental de Campinas o arado de ajveca utilizado pesava 75 quilogramas, e o arado de três discos reversíveis de 26" pesou 300 quilogramas. Ambos foram tracionados por um trator Massey Ferguson M.F. 65X cujo peso é de 2226 quilogramas.

Na Estação Experimental de Mococa o arado de três discos utilizado pesava 75 quilogramas e foi tracionado por um trator Fordson Dexta com o peso de 1352 quilogramas. Com o tanque cheio de combustível, e água nas rodas, pesou 1422 quilogramas. O arado de três discos reversíveis de 26" pesou 300 quilogramas e foi tracionado por um trator Massey Ferguson M.F. 65X com o peso de 2226 quilogramas.

A grade de 28 discos de 20" que foi passada em todos os canteiros depois da aração, a fim de homogeneizar a superfície do solo, promovendo o seu destorroamento, pesou 500 quilogramas.

3.1.2. Solos

Para atender aos objetivos deste trabalho foram escolhidas duas unidades de solo importantes do ponto de vista agrícola e de ocorrência comum no Estado de São Paulo: o Latossolo Roxo e o Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó, identificadas e mapeadas pelo SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISA AGRONÔMICAS (1960).

As unidades de solo pesquisadas, uma pertencente à categoria dos solos com B latossólico e a outra pertencente à categoria dos solos B textural, são bem distribuídas no Estado de São Paulo. Sob o ponto de vista genético, os solos com B latossólico estão situados em um estágio de evolução mais adian

tado do que os solos com B textural. Representam sempre estágios de intemperismo bastante avançados, como se constata pela composição mineralógica, que apresenta predominantemente argilas do tipo 1:1 e sesquióxidos de ferro e alumínio.

CARVALHO et alii (1967) mostraram que os solos com B latossólico localizam-se frequentemente em sedimentos modernos, constituídos de materiais remanejados que já sofreram alteração anteriormente à sua disposição.

O Latossolo Roxo é de coloração arroxeada, argiloso, bastante poroso e profundo, com pequena variação de cor entre os horizontes. Apresenta saturação de bases variável, sendo que a fertilidade natural pode ser alta ou baixa. Os teores de óxidos de ferro e manganês são altos.

O material de origem desse solo provém de rochas eruptivas básicas, o relevo varia de ondulado a suave ondulado e a vegetação original é a floresta, ocorrendo em algumas áreas o cerrado quando a fertilidade natural é muito baixa. A área mapeada como Latossolo Roxo compreende 14,7 % da superfície do Estado.

É um solo bem drenado, com sequência de horizontes A - B - C, sendo pequena a diferenciação entre os horizontes. O horizonte B, considerado como o mais importante sob o

ponto de vista de classificação, apresenta as seguintes características: profundidade variável, mais frequentemente entre 1,5 a 4,0 metros; teor de argila semelhante ao do horizonte A ou ligeiramente maior; ausência de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo; estrutura granular pequena ou muito pequena, formando os agregados uma massa homogênea, muito porosa e pouco coesa; ausência de filmes de argila recobrando os agregados; e relação molecular K_i normalmente inferior a 1,8.

O Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó é considerado a unidade modal do Grande Grupo. Ocupa 2,6 % da área do Estado e localiza-se no Planalto Atlântico. O relevo desta unidade varia de ondulado a montanhoso, o material de origem provém de granitos, gnaisses etc., e a vegetação original é floresta.

É um solo bem drenado com sequência de horizontes A - B - C e diferenciação entre horizontes moderada a marcante. A espessura mais frequente está entre 0,40 e 1,20 metros; o conteúdo de argila é superior ao do horizonte A; apresenta ocorrência de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo; a estrutura é em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida; há presença de cerosidade e a relação molecular K_i é normalmente superior a 1,8.

3.1.3. Descrição geral das áreas de estudo

3.1.3.1. Geomorfologia e geologia

As unidades pedológicas estudadas se localizam na zona de contacto entre a Depressão Periférica e o Planalto Cristalino.

A Depressão Periférica, corresponde a uma área de sedimentos paleozóicos com intrusões de eruptivas básicas, sendo uma das unidades geomorfológicas mais características do Estado de São Paulo. Compreende uma área sensivelmente rebaixada pela erosão, entre as terras altas do Planalto Atlântico (ou Planalto Cristalino) e as cristas igualmente elevadas das cuestas basálticas.

O Planalto Cristalino corresponde a uma região mais acidentada e é constituída de rochas pré-cambrianas na seguinte ordem de frequência: gnaisses, micaxistos, quartzo-xistos, granitos, pegmatitos e vieiros de quartzo, estes muito numerosos, mas raramente de espessura maior do que 1,0 metro. Apesar do predomínio de rochas de natureza gnáissicas, sabe-se que é muito variada a natureza mineralógica e estrutural dessas rochas, resultando em diferentes materiais de origem dos solos. O Quadro 1 mostra a cronogeologia das áreas estudadas, de acordo com o INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO (1974).

Quadro 1 - Cronogeologia das áreas de Campinas e Mococa.

Município	Solo	Era	Período	Material Original	Rochas
Campinas	Latossoilo Roxo	Mesozóica	Jurássico e Cretáceo	Intemperismo de diabásio	Ígneas básicas (intrusivas)
Mococa	Podzólico Vermelho-Amarelo ortó	Proterozóica	Pré-Cambriano	Intemperismo de rochas cristalinas	Gnaisses e migmatitos

Fonte: I.G.G.(1974). Mapa Geológico do Estado de São Paulo (escala 1:1.000.000).

3.1.3.2. Localização e clima

O Centro Experimental de Campinas está situado na região de Campinas-SP, localizando-se a $22^{\circ}53'S$ de latitude e $47^{\circ}04' W$ de longitude, com uma altitude aproximada de 663 metros.

De acordo com os dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico, a área pertence ao tipo climático Cwa da classificação de KOEPPEN, que significa clima tropical de altitude, com inverno seco e chuvas de verão, sendo a temperatura do mês mais quente superior a $22^{\circ}C$ e a do mês mais frio, inferior a $18^{\circ}C$; e a chuva do mês mais seco e menor do que 30 mm.

A precipitação total média anual foi de 1372 mm durante o período do experimento, sendo que as maiores quantidades de chuva ocorreram de outubro a março num total de 1095 mm; e os menores índices mensais ocorreram de abril a setembro num total de 277 mm. A temperatura média anual da região foi de $20,6^{\circ}C$ e a deficiência hídrica, de 29 mm. A evapotranspiração potencial foi de 992 mm, com um excedente hídrico de 409 mm. O balanço hídrico segundo o método de THORNTHWAITE e MATHER (1955) para a região de Campinas-SP está representado na Figura 1.

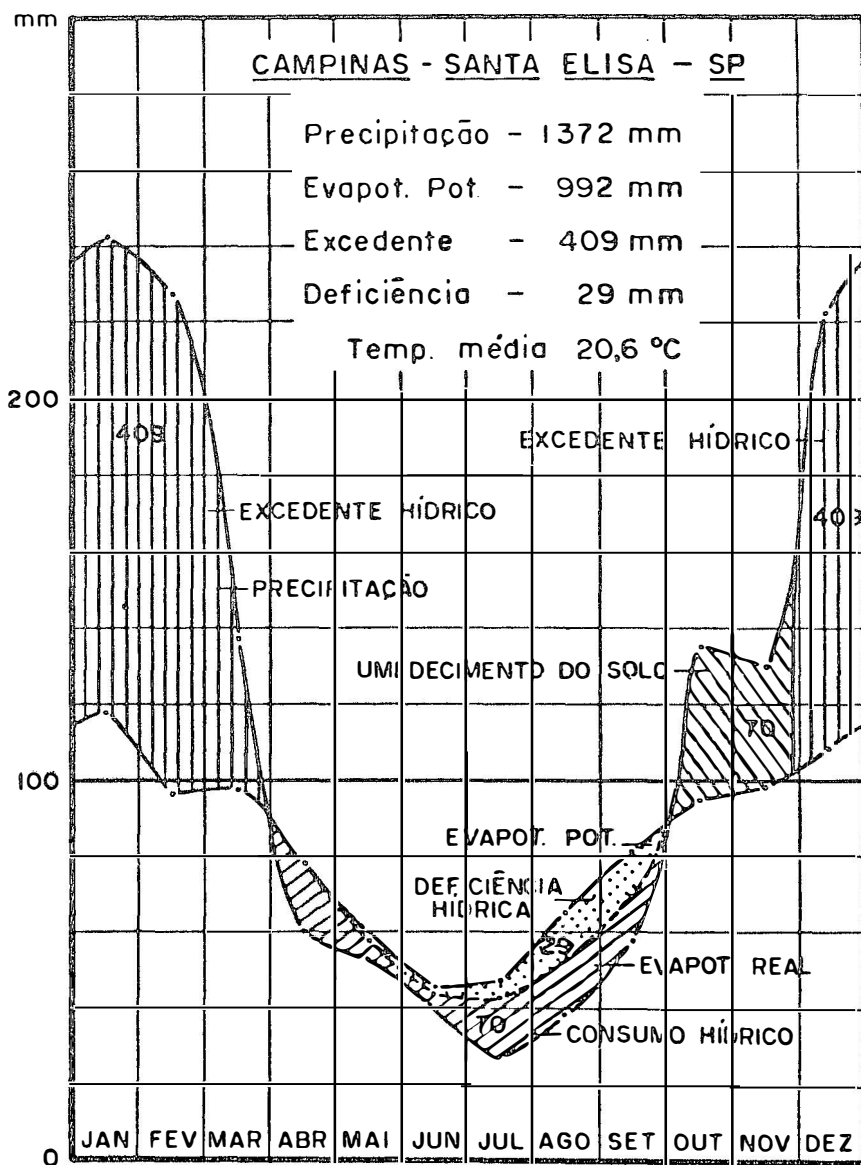


Figura 1 - Balanço hídrico segundo o método de "Thornthwaite e Mather (1955)", para a localidade de Campinas, SP.

A Estação Experimental de Mococa está situada na região de Mococa-SP, localizando-se a $21^{\circ}28'S$ de latitude e $47^{\circ}00'W$ de longitude, com uma altitude aproximada de 665 metros.

De acordo com os dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico, a área pertence ao tipo climático Aw da classificação climática de KOEPPEN, que significa que a temperatura média do mês mais quente é superior a $22^{\circ}C$ e a do mês mais frio, superior a $18^{\circ}C$; e a precipitação do mês mais seco é menor do que 30 mm.

A precipitação total média anual foi de 1396 mm durante o período do experimento, sendo que as maiores quantidades de chuva ocorreram de outubro a março num total de 1185 mm; e os menores índices mensais ocorreram de abril a setembro num total de 211 mm. A temperatura média anual da região foi de $21,3^{\circ}C$ e a deficiência hídrica, de 90 mm. A evapotranspiração potencial foi de 1039 mm, com um excedente hídrico de 447 mm. O balanço hídrico segundo o método de THORNTHWAITE e MATHER (1955) para a região de Mococa-SP está representado na Figura 2.

As regiões estudadas têm precipitações semelhantes, ou seja, para Campinas a precipitação total média foi de 1372 mm, e para Mococa 1396 mm; Campinas apresentou um valor de evapotranspiração potencial de 992 mm, e para Mococa 1039

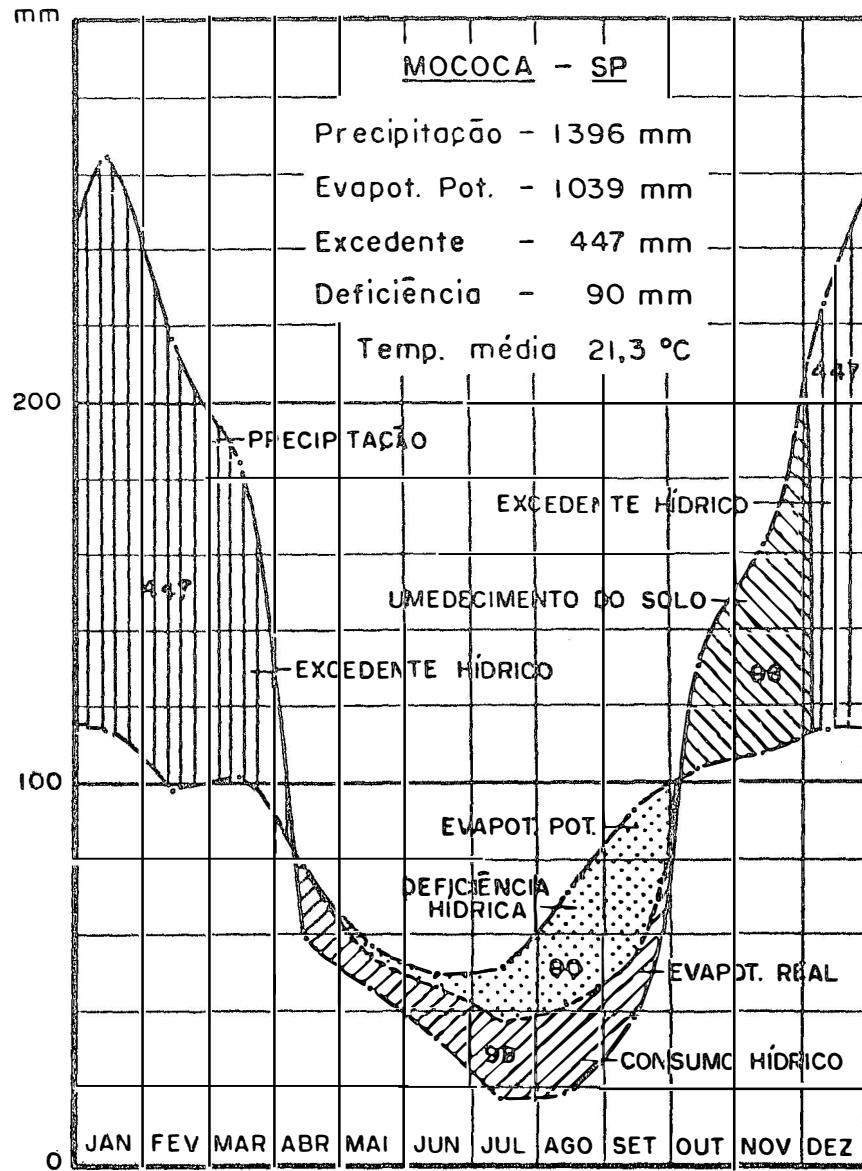


Figura 2 - Balanço hídrico segundo o método de "Thorntwaite e Mather (1955)", para a localidade de Mocooca, SP.

mm; a temperatura média da região para Campinas foi de $20,6^{\circ}\text{C}$, e para Mococa foi de $21,3^{\circ}\text{C}$.

Mococa apresenta uma maior deficiência hídrica média, ou seja, para Campinas a deficiência hídrica foi de 29 mm, enquanto que para Mococa a deficiência hídrica foi de 90 mm. Isto mostra que as condições para preparar o solo em Mococa são mais adversas do que em Campinas, pois um bom preparo do solo depende das condições de umidade atual; e o maior valor de deficiência hídrica para Mococa significa um solo mais seco, portanto apresentando maior dificuldade em ser preparado.

3.2. Métodos

Visando estudar o efeito da intensidade de aração, da profundidade de aração e do tipo de arado utilizado no preparo do solo sobre as produções do milho, do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo, foram instalados dois projetos experimentais: um no Centro Experimental de Campinas, em Latos - solo Roxo; e outro na Estação Experimental de Mococa, em Solo Podzólico Vermelho Amarelo orto, ambos pertencentes ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo.

Dois tipos de arado foram escolhidos: o arado de aiveca e o arado de discos, trabalhando em profundidade rasa a 0,10 metro e em profundidade profunda a 0,30 metro, e em duas intensidades de aração, isto é, uma aração, ou duas arações, sendo que neste caso a primeira aração foi feita logo após a colheita e a segunda, na época normal.

Foram testados dezesseis tratamentos, em blocos ao acaso, num fatorial $2 \times 4 \times 2$. A área total de cada tratamento era de 200 m^2 (10 metros x 20 metros) e a área útil, de 90 m^2 (6 metros x 15 metros), com excessão do algodão plantado no Centro Experimental de Campinas, cuja área útil foi de 84 m^2 (5,60 metros x 15 metros).

Os seguintes fatores foram combinados:

I. Intensidade de aração

1. Uma aração.
2. Duas arações.

II. Profundidade de aração

1. Rasa (0,10 m).
2. Profunda (0,30 m).
3. Alternada (0,10 m no 1º ano, 0,30 m no 2º ano, etc.).
4. Alternada (0,30 m no 1º ano, 0,10 m no 2º ano, etc.).

III. Equipamento (tipo de arado)

1. Arado de aiveca.
2. Arado de discos.

Os tratamentos estudados foram os seguintes:

- 111 - uma aração, a 0,10 m, arado aiveca;
- 112 - uma aração, a 0,10 m, arado de discos;
- 121 - uma aração, a 0,30 m, arado de aiveca;
- 122 - uma aração, a 0,30 m, arado de discos;
- 131 - uma aração, a 0,10 m e 0,30 m, alternadamente, arado de aiveca;
- 132 - uma aração, a 0,10 m e 0,30 m, alternadamente, arado de discos;
- 141 - uma aração, a 0,30 m e 0,10 m, alternadamente, arado de aiveca;
- 142 - uma aração, a 0,30 m e 0,10 m, alternadamente, arado de discos;
- 211 - duas arações, a 0,10 m, arado de aiveca;
- 212 - duas arações, a 0,10 m, arado de discos;
- 221 - duas arações, a 0,30 m, arado de aiveca;
- 222 - duas arações, a 0,30 m, arado de discos;
- 231 - duas arações, a 0,10 m e 0,30 m, alternadamente, arado de aiveca;
- 232 - duas arações, a 0,10 m e 0,30 m, alternadamente, arado de discos;
- 241 - duas arações, a 0,30 m e 0,10 m, alternadamente, arado de aiveca;
- 242 - duas arações, a 0,30 m e 0,10 m, alternadamente, arado de discos.

As culturas escolhidas e os períodos pesquisados foram:

- a. No Centro Experimental de Campinas - Latossolo Roxo
milho e algodão: de 1958/1959 até 1963/1964
amendoim e arroz: de 1964/1965 até 1970/1971.

- b. Na Estação Experimental de Mococa - Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto
milho e algodão: de 1960/1961 até 1965/1966
amendoim e arroz: de 1966/1967 até 1972/1973
soja e sorgo: de 1973/1974 até 1977/1978.

Todos os tratamentos receberam adubação adequada. Na época do plantio todos os canteiros, logo após a aração, sofreram gradagem a fim de promover o destorroamento do solo e facilitar a introdução da plantadeira. Os cultivos foram mecânicos.

Os tratamentos foram colocados em dois blocos perfazendo trinta e duas unidades experimentais, dezesseis para cada cultura estudada no período. As culturas sofreram rodízio nos blocos, isto é, se num determinado ano agrícola o milho foi plantado no bloco I e o algodão no bloco II, no ano seguinte o algodão foi plantado no bloco I e o milho no bloco II.

A avaliação do efeito dos tratamentos de preparo do solo foi feita através do critério da produtividade das culturas.

Sendo o delineamento experimental instalado em blocos ao acaso, empregou-se a análise de variância para evidenciar as diferenças entre os tratamentos de preparo do solo, sendo que a variação foi comparada contra a interação intensidade x profundidade x equipamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de sistemas de preparo do solo objetivando estudar a intensidade de aração, a profundidade e o tipo de equipamento, foi avaliado no Centro Experimental de Campinas em Latossolo Roxo no período de 1958/1959 até 1963/1964 nas culturas do milho e do algodão, e no período de 1964/1965 até 1970/1971 nas culturas do amendoim e do arroz. Os dados obtidos, expressos em quilogramas por hectare de grãos de milho, de amendoim, de arroz e de algodão em caroço encontram-se nos Quadros 2 e 3; e na Estação Experimental de Mococa em Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto no período de 1960/1961 até 1965/1966 nas culturas do milho e do algodão, no período de 1966/1967 até 1972/1973 nas culturas do amendoim e do arroz e no período de 1973/1974 até 1977/1978 nas culturas da soja e do sorgo. Os dados obtidos, expressos em quilogramas por hectare de grãos de milho, de amendoim, de arroz, de soja, de sorgo e de algodão em caroço encontram-se nos Quadros 4, 5 e 6.

Quadro 2 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de milho e algodão, em kg/ha, no Latossolo Roxo.

Cultura	Ano	Intensidade		Profundidade			Equipamento	
		Uma Aração	Duas Arações	Rasa	Profunda	Alternada	Aiveca	Discos
Milho	1958/59	2897	2590	2805	2682	2724	2743	2744
	1959/60	2107	2511	2129	2490	2229	2261	2357
	1960/61	5004	5041	5009	5036	4872	5137	4907
	1961/62	5746	5730	5589	5887	5722	5836	5640
	1962/63	4806	4347	4680	4473	4604	4626	4527
	1963/64	2559	2627	2500	2686	2540	2755	2431
	Média	3853	3808	3785	3876	3782	3893	3768
	%	100,0	99,0	100,0	102,4	100,0	100,0	97,0
Algodão	1958/59	967	938	953	952	1021	870	1034
	1959/60	1503	1330	1400	1433	1414	1335	1499
	1960/61	1670	1573	1530	1713	1647	1616	1626
	1961/62	1150	935	1043	1043	1057	1023	1062
	1962/63	1568	1526	1528	1567	1581	1589	1505
	1963/64	1824	1821	1783	1861	1859	1791	1853
	Média	1447	1354	1373	1428	1430	1371	1430
	%	100,0	93,6	100,0	104,0	104,2	100,0	104,3

Quadro 3 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de amendoim e arroz, em kg/ha, no Latossolo Roxo.

Cultura	Ano Agrícola	Intensidade		Profundidade			Equipamento		
		Uma Aração	Duas Arações	Rasa	Profunda	Alternada	Aiveca	Discos	
Amendoim	1964/65	967	1011	853	1125	911	1000	978	
	1965/66	1937	1886	1772	2051	2945	2047	1777	
	1966/67	1295	1830	1474	1651	1592	1568	1558	
	1967/68	887	1086	945	1028	1025	979	993	
	1968/69	820	892	818	894	869	892	820	
	1969/70	1080	1138	1181	1037	1003	889	1328	
	1970/71	833	972	887	919	1156	764	1041	
	Média	1117	1259	1133	1244	1357	1163	1214	
		100,0	112,7	100,0	110,0	120,0	100,0	104,4	
		1227	1545	993	1780	1400	1644	1129	
Arroz	1964/65	459	739	613	585	695	793	404	
	1965/66	539	1023	604	959	811	850	712	
	1966/67	255	241	248	247	262	255	240	
	1967/68	-	-	-	-	-	-	-	
	1968/69*	569	496	548	518	588	512	553	
	1969/70	-	-	-	-	-	-	-	
	1970/71*	610	809	601	818	751	811	608	
	Média	100,0	132,6	100,0	136,1	125,0	100,0	75,0	
	%								

* A seca foi prolongada e não houve colheita de arroz.

Quadro 4 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de milho e algodão, em kg/ha, no solo Podzólico Vermelho-Amarelo-orto.

Cultura	Ano Agrícola	Intensidade		Profundidade			Equipamento		
		Uma Aração	Duas Arações	Rasa	Profunda	Alternada	Aiveca	Discos	
Milho	1960/61	4061	4848	4412	4497	4322	4572	4377	
	1961/62	5762	5663	5607	5816	5560	5707	5716	
	1962/63	4051	4257	4001	4307	4095	4020	4289	
	1963/64	3467	3463	3342	3589	3569	3418	3512	
	1964/65	4957	5096	5072	4981	4875	4874	5179	
	1965/66	3552	3612	3565	3599	3487	3530	3634	
	Média %	4308 100,0	4490 104,2	4333 100,0	4465 103,0	4318 100,0	4354 100,0	4451 102,2	
Algodão	1960/61	1682	1800	1689	1793	1740	1708	1774	
	1961/62	1468	1667	1606	1529	1575	1672	1463	
	1962/63	1874	1938	1827	1985	1881	1866	1945	
	1963/64	2301	2371	2327	2346	2339	2351	2322	
	1964/65	1270	1273	1155	1389	1282	1263	1281	
	1965/66	1697	1995	1880	1812	1859	1902	1790	
	Média %	1715 100,0	1841 107,3	1747 100,0	1809 103,5	1779 102,0	1794 100,0	1763 98,3	

Quadro 5 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de amendoim e arroz, em kg/ha, no solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó.

Cultura	Ano Agrícola	Intensidade			Profundidade			Equipamento		
		Uma Aração	Duas Arações	Rasa	Profunda	Alternada	Aiveca	Discos		
Amendoim	1966/67	2807	2783	2595	2994	2792	2727	2862		
	1967/68	1797	1650	1761	1686	1579	1733	1714		
	1968/69	1345	1215	1266	1295	1276	1354	1249		
	1969/70	2383	2318	2388	2314	2286	2372	2329		
	1970/71	1186	1132	1118	1200	1156	1153	1165		
	1971/72	887	885	890	882	868	996	776		
	1972/73	900	824	863	861	825	915	808		
	Média	1615	1544	1554	1605	1540	1607	1558		
	%	100,0	95,6	100,0	103,3	99,1	100,0	97,0		
	Arroz	1966/67	3808	3754	3587	3975	3851	3858	3704	
	1967/68*	-	-	-	-	-	-	-		
	1968/69*	-	-	-	-	-	-	-		
	1969/70	2015	2072	1900	2188	2197	2214	1874		
	1970/71	295	308	369	234	237	276	328		
	1971/72	2627	2472	2588	2511	2528	2617	2482		
	1972/73	301	333	380	254	168	339	296		
	Média	1809	1788	1765	1832	1796	1861	1737		
	%	100,0	100,0	100,0	104,0	102,0	100,0	93,3		

* A sara foi produzida não houve colheita do arroz. em 1968/69 e 1970/71 Campinas.

Quadro 6 - Efeito da intensidade, profundidade e equipamento de preparo do solo nas produções das culturas de soja e sorgo, em kg/ha, no solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto.

Cultura	Ano Agrícola	Intensidade		Profundidade			Equipamento	
		Uma Aração	Duas Arações	Rasã	Prõfunda	Alternada	Aiveca	Discos
Soja	1973/74	2397	2229	2355	2271	2323	2271	2356
	1974/75	1686	1699	1653	1732	1751	1762	1622
	1975/76	791	1005	895	901	1010	803	992
	1976/77	936	954	963	928	983	1016	875
	1977/78	886	1029	897	1018	963	1017	899
	Média	1339	1383	1353	1370	1406	1374	1349
	%	100,0	103,0	100,0	101,3	104,0	100,0	98,2
Sorgo	1973/74	3703	3588	3616	3675	3936	3694	3597
	1974/75	4593	4551	4443	4701	4400	4619	4525
	1975/76	4494	4657	4467	4684	4727	4720	4431
	1976/77	4824	4796	4762	4857	4767	4633	4986
	1977/78	3832	4100	3825	4107	3864	4149	3783
	Média	4289	4338	4223	4405	4339	4363	4264
	%	100,0	101,1	100,0	104,3	102,7	100,0	97,7

O Quadro 7 apresenta um resumo da análise de variância dos dados de produção das seis culturas estudadas, nas duas unidades de solo, sendo as variações testadas contra a interação intensidade x profundidade x equipamento.

4.1. Resultados obtidos em Latossolo Roxo

Os dados obtidos no Latossolo Roxo para a cultura do milho mostram que houve um efeito positivo da profundidade de aração, sendo a "aração profunda" superior à "aração rasa", e a "aração rasa" e "aração alternada" não diferiram entre si. O "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos", e a interação intensidade x equipamento e a interação profundidade x equipamento se mostraram altamente significativas. No tocante à intensidade de aração, "uma aração", não diferiu estatisticamente de "duas arações", o que demonstra em termos de Latossolo Roxo, que arar o solo mais do que uma vez, além de ser desnecessário, pois não aumenta a produção, aumentam as perdas de solo, as horas de trabalho do trator, o consumo de combustível, e outras despesas afins. Os resultados encontrados confirmam as conclusões de MARQUES e BERTONI (1961), e de BERTONI (1951). O coeficiente de variação para o milho foi de 13,6 %.

Com relação à profundidade de aração, SEWELL e CALL (1925) concluíram que a produção não variava com esse parâmetro, e os resultados encontrados no presente estudo discordam

Quadro 7 - Análise de variância dos dados de produção de seis culturas em duas unidades de solo.

Fontes de	Latossolo Roxo			Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto						
	Milho	Algodão	Amendoim	Arroz	Milho	Algodão	Amendoim	Arroz	Soja	Sorgo
Intensidade	N.S.	**	N.S.	**	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Profundidade	**	**	**	**	**	**	N.S.	N.S.	*	N.S.
Equipamento	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	*	**	**	N.S.	N.S.
Intensidade x Equipamento	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.
Intensidade x Profundidade	N.S.	*	N.S.	N.S.	**	**	*	**	**	N.S.
Profundidade x Equipamento	**	N.S.	N.S.	**	**	**	**	**	N.S.	N.S.
Coefficiente de Variação - %	1,3	2,7	5,8	15,8	2,2	1,3	1,7	3,6	3,7	5,0
S	50,0	38,4	69,2	112,5	98,0	23,6	27,4	64,9	50,0	217,5

* = significância ao nível de 5 %

** = significância ao nível de 1 %

N.S. = não significância.

desses autores, mostrando um efeito altamente significativo para a profundidade, concordando assim, com as observações de MCKIBBEN e WHITAKER (1973).

Os dados obtidos no Latossolo Roxo para a cultura do algodão evidenciam um efeito positivo para a profundidade, sendo que as arações "profunda" e "alternada" foram superiores a "aração rasa". Quanto ao equipamento, o "arado de discos" foi ligeiramente superior ao "arado de aiveca". A interação intensidade x profundidade foi significativa; e com relação à intensidade de aração, o tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações", mostrando que também para a cultura do algodão é desnecessária a prática de arar duas ou mais vezes o solo, pois além dos gastos que isso acarreta, a produção decresce e as perdas por erosão aumentam. O coeficiente de variação para o algodão foi de 2,7 %.

Os dados obtidos no Latossolo Roxo para a cultura do amendoim mostram um efeito positivo para a profundidade de aração, sendo que a "aração profunda" e a "aração alternada" foram superiores à "aração rasa". Quanto ao equipamento, o "arado de discos" foi ligeiramente superior ao "arado de aiveca"; e no tocante à intensidade de aração, o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". O coeficiente de variação para o amendoim foi de 5,8 %.

Os dados obtidos no Latossolo Roxo para a cultura do arroz levam a conclusão que houve efeitos altamente significativos para a intensidade de aração, para a profundidade e para o tipo de equipamento. O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" e a "aração alternada" foram superiores à "aração rasa". O "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos"; e a interação profundidade x equipamento se mostrou altamente significativa. O coeficiente de variação para o arroz foi de 15,8 %.

Esses dados mostram que as culturas respondem diferentemente ao tipo de equipamento e à intensidade de aração na mesma unidade de solo; enquanto o arado de aiveca proporcionou um revolvimento tal que aumentou as produções do arroz e do milho, esse mesmo equipamento não influenciou da mesma maneira nas produções do algodão e do amendoim. "Duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração" para as culturas do amendoim e do arroz; para a cultura do milho esses dois tratamentos não mostraram diferenças significativas, mas para a cultura do algodão "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações".

Com relação à profundidade, a "aração profunda" sempre se mostrou superior à "aração rasa"; na cultura do milho a "aração rasa" e a "aração alternada" não diferiram estatisticamente, mas nas culturas do algodão, do amendoim e do arroz a "aração alternada" se mostrou superior quando comparada com a "aração rasa".

As operações normalmente feitas no sistema convencional de preparo do solo significam alta demanda de tempo, sendo lentas e limitadas por dependências climáticas; e as condições do solo em termos de erosão, quebra de estrutura, perdas de umidade, de matéria orgânica e de fertilidade são grandemente afetadas. Ainda com relação à época de plantio, no sistema convencional existem restrições devidas ao atraso por falta de umidade ou por excesso de chuva; portanto, os resultados mostram que o Latossolo Roxo é uma unidade pedológica que dispensa revolvimento com mais de 0,30 m de profundidade, e em número superior a dois.

4.2. Resultados obtidos em Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto para a cultura do milho mostram que houve um efeito altamente significativo para a intensidade de aração e para a profundidade, sendo a "aração profunda" ligeiramente superior às arações "rasa" e "alternada". As interações profundidade x intensidade e profundidade x equipamento foram significativas ao nível de 1 %. No tocante à intensidade de aração, o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". Quanto ao equipamento, o "arado de discos" foi ligeiramente superior ao "arado de aiveca". O coeficiente de variação para o milho foi de 2,2 %.

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó para a cultura do algodão levam às seguintes observações: houve um efeito significativo ao nível de 1 % para a intensidade de aração e para a profundidade, e um efeito significativo ao nível de 5 % para o equipamento. As interações intensidade x profundidade e profundidade x equipamento foram significativas ao nível de 1 %. Com relação à intensidade de aração, o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". Quanto à profundidade, as arações "profunda" e "alternada" foram ligeiramente superiores à "aração rasa". Com relação ao equipamento, o "arado de aiveca" foi ligeiramente superior ao "arado de discos". O coeficiente de variação para o algodão foi de 1,3 %.

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó para a cultura do amendoim mostram que houve um efeito significativo ao nível de 1 % para a intensidade de aração e para a profundidade, e um efeito significativo ao nível de 5 % para o equipamento. A interação profundidade x equipamento foi significativa ao nível de 1 %; e a interação intensidade x profundidade foi significativa ao nível de 5 %. Com relação à intensidade de aração, o tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações". Quanto à profundidade de aração, a "aração profunda" foi superior às arações "rasa" e "alternada". Com relação ao equipamento, o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos". O coeficiente de variação para o amendoim foi de 1,7 %.

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto para a cultura do arroz mostram que houve um efeito significativo ao nível de 1 % para o equipamento. As interações intensidade x profundidade e profundidade x equipamento foram significativas ao nível de 1 %; e a interação intensidade x equipamento foi significativa ao nível de 5 %. Quanto à intensidade de aração, os tratamentos "uma aração" e "duas arações" não diferiram estatisticamente. Com relação à profundidade, a "aração profunda" e "aração alternada" foram superiores à "aração rasa". Quanto ao equipamento, o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos". O coeficiente de variação para o arroz foi de 3,6 %.

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto para a cultura da soja mostram que houve um efeito significativo ao nível de 5 % para a profundidade de aração. A interação intensidade x profundidade foi significativa ao nível de 1 %. Com relação à intensidade de aração, o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". Quanto à profundidade, a "profundidade alternada" foi superior à "profundidade rasa" e à "profundidade profunda". No tocante ao equipamento, o "arado de aiveca" foi ligeiramente superior ao "arado de discos". O coeficiente de variação para a soja foi de 3,7 %.

Os dados obtidos no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó para a cultura do sorgo mostram que o tratamento "uma aração" não diferiu estatisticamente do tratamento "duas arações". A "aração profunda" se mostrou superior à "aração rasa" e à "aração alternada". Quanto ao equipamento, o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos". O coeficiente de variação para o sorgo foi de 5,0 %.

Todos os coeficientes de variação encontrados são considerados baixos, indicando que houve uma boa precisão em todos os ensaios conduzidos desde 1958/1959 até 1977/1978 nas fases estudadas.

Os resultados evidenciam que na mesma unidade de solo, utilizando os mesmos sistemas de manejo, as culturas respondem diferentemente na produção com relação aos fatores pesquisados, ou seja: nas culturas do milho e do algodão o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração"; na cultura do amendoim o tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações"; nas culturas do arroz e do sorgo esses dois tratamentos não diferiram entre si; e na cultura da soja houve pequena vantagem para "duas arações" quando comparada com "uma aração".

Quanto à profundidade, a "aração profunda" a mais ou menos 0,30 m se mostrou sempre superior às arações "ra-

sa" e "alternada"; a excessão foi para a cultura da soja, em que a "aração alternada" foi superior às arações "rasa" e "profunda".

Com relação ao equipamento utilizado, o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos" nas culturas do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo. Somente na cultura do milho o "arado de discos" foi ligeiramente superior ao "arado de aiveca".

4.3. Comparação dos resultados obtidos nos dois locais

Comparando os dois locais estudados, os dados mostram que, com relação à intensidade de aração, no Latossolo Roxo o tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações" nas culturas do milho e do algodão; porém o efeito não foi o mesmo para as culturas do amendoim e do arroz, pois nestas culturas o tratamento "duas arações" foi superior a "uma aração".

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto, para as culturas do milho, do algodão e da soja o tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração"; na cultura do amendoim o tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações" e nas culturas do arroz e do sorgo, "duas arações" e "uma aração" não mostraram diferenças significativas.

Quanto à profundidade de aração, no Latossolo Roxo a "aração profunda" foi superior à "aração rasa" nas culturas do milho, do algodão, do amendoim e do arroz. A "aração alternada" foi superior à "aração profunda" somente na cultura do amendoim.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a "aração profunda" foi superior à "aração rasa" para as culturas do milho, do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo. Somente para a cultura da soja a "aração alternada" foi superior à "aração profunda".

Quanto ao equipamento, no Latossolo Roxo, o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos" para as culturas do milho e do arroz, porém foi inferior para as culturas do amendoim e do algodão.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto o "arado de aiveca" foi superior ao "arado de discos" para as culturas do algodão, do amendoim, do arroz, da soja e do sorgo, e inferior para a cultura do milho.

O efeito dos sistemas de preparo do solo na produção das culturas estudadas variou também com a natureza dos solos, concordando com as observações de LARSON (1962) e de TRIPLETT et alii(1970).

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se tirar as conclusões apresentadas a seguir.

No Latossolo Roxo a cultura do milho apresentou uma significância ao nível de 1 % para a profundidade de aração e para o tipo de equipamento empregado. As interações "intensidade x equipamento" e "profundidade x equipamento" foram significativas ao nível de 1 %. "Uma aração" foi superior a "duas arações". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo ortó a cultura do milho mostrou uma significância ao nível de 1 % para a intensidade de aração e para a profundidade, bem como para as interações "intensidade x profundidade" e "profundidade x equipamento". O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de discos foi superior ao arado de aiveca.

No Latossolo Roxo a cultura do algodão mostrou uma significância ao nível de 1 % para a intensidade de aração e para a profundidade. A interação "intensidade x profundidade" foi significativa ao nível de 5 %. O tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento "duas arações". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de discos foi superior ao arado de aiveca.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a cultura do algodão mostrou uma significância ao nível de 1 % para a intensidade de aração e para a profundidade, e uma significância ao nível de 5 % para o tipo de equipamento utilizado. As interações "intensidade x profundidade" e "profundidade x equipamento" foram significativas ao nível de 1 %. O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

No Latossolo Roxo a cultura do amendoim apresentou uma significância ao nível de 1 % para a profundidade. O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de discos foi superior ao arado de aiveca.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a cultura do amendoim mostrou uma significância ao nível de 1 % para a intensidade de aração, para a profundidade e para a interação "profundidade x equipamento", e uma significância ao nível de 5 % para o tipo de equipamento utilizado e para a interação "intensidade x profundidade". O tratamento "uma aração" foi superior ao tratamento duas "arações". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

No Latossolo Roxo a cultura do arroz mostrou uma significância ao nível de 1 % para a intensidade de aração, para a profundidade, para o tipo de equipamento utilizado, e para a interação "profundidade x equipamento". O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a cultura do arroz mostrou uma significância ao nível de 1 % de equipamento utilizado, bem como para as interações "intensidade x profundidade" e "profundidade x equipamento"; e uma significância ao nível de 5 % para a interação "intensidade x equipamento". O tratamento "uma aração" não diferiu estatisticamente do tratamento "duas arações". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a cultura da soja mostrou uma significância ao nível de 1 % para a interação "intensidade x profundidade", e uma significância ao nível de 5 % para a profundidade. O tratamento "duas arações" foi superior ao tratamento "uma aração". A "aração profunda" foi superior ao arado de discos.

No Solo Podzólico Vermelho-Amarelo orto a cultura do sorgo mostrou que o tratamento "uma aração" não diferiu estatisticamente do tratamento "duas arações". A "aração profunda" foi superior à "aração rasa". O arado de aiveca foi superior ao arado de discos.

Como principal conclusão do trabalho, pode-se dizer que os sistemas de preparo do solo não são gerais, mas sim específicos para cada cultura e para cada unidade de solo, dependendo ainda das condições climáticas locais.

6. LITERATURA CITADA

- BAVER, L.D.; W.H. GARDNER e W.R. GARDNER, 1972. Soil Physics. 4 ed. New York, John Wiley, 491 p.
- BERTONI, J., 1951. Conservação do solo e mecanização da agricultura. In: Anais da I Mesa Redonda de Conservação do Solo. Soc. Rural Brasileira. São Paulo. 277-291.
- BROWNING, G.M., 1948. Research needs of tillage in soil and water conservation. J. Soil and Water Conservation. 3:75-78.
- BURWELL, R.E.; L.L. SLONEKER e W.W. NELSON, 1968. Tillage influences water intake. J. Soil and Water Conservation. 23(5): 185-187.
- CARVALHO, A. et alii, 1967. Sedimentos neo-cenozóicos na área de Campinas, Estado de São Paulo. In: Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia. p. 58-70.

- DACY, G.H., 1916. A história do arado. La Hacienda. 12: 15-21
- FAULKNER, E.H., 1943. Plowman's Folly. New York, Grosset and Dunlop. University of Oklahoma Press. 155 p.
- FAULKNER, E.H., 1948. Ploughing in prejudices. London, Michael Joseph. 190 p.
- GROHMANN, F., 1969. A estrutura do solo. Aula proferida no Curso Básico de Solos. Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Janeiro a maio.
- HARROLD, L.L., 1972. Soil erosion by water as affected by reduced tillage systems. In: Proceedings of No-tillage Systems Symposium. Columbus, Ohio, p. 21-29.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1974, Mapa geológico do Estado de São Paulo. (Escala 1:1.000.000).
- LARSON, W.E., 1962. Tillage requirements for corn. J. Soil and Water Conservation 17: 3-7.
- MARQUES, J.Q.A. e J. BERTONI. 1961. Sistemas de preparo do solo em relação à erosão e a produção. Bragantia 20: 403-459.

- MARQUES, J.Q.A.; J. BERTONI; G.B. BARRETO, 1961. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. *Bragantia* 20: 1143-1182.
- 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 e G.M. BROWNING, 1944. Present status of the plow as a tillage implement. *Agric. Eng., Michigan* 25: 7-10.
- OVERDAHL, C.J.; G.R. BLAKE; C.A. VAN DOREN e R.F. HOLT, 1959. Where do we stand on minimum tillage? *Minn. Farm and Home Sci.* 16(12): 14-22.
- PAGE, J.P., 1949. Não se desfaça do arado. *A Fazenda.* 10: 36-37.
- PHILIPS, S.H.; H.M. YOUNG, 1973. No-tillage farming. Reinman Associates, Milwaukee, Wisconsin.
- PRICE, V.J., 1972. Minimum tillage: looks like a winner. *Soil Conservation.* Vol. 38, 3: 43-45.
- SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISA AGRONÔMICAS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. RJ. Ministério da Agricultura, 634 p. (Boletim 12).

- SEWELL, M.C. e L.E. CALL, 1925. Tillage investigations relating to wheat production. Kansas State Col. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 18.
- SHANHOLTZ, V.O. e J.H. LILLARD. 1968. Hydrologic aspects of no-tillage versus conventional tillage systems for corn production. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. Bull. 14, 31 p.
- SHANHOLTZ, V.O. e J.H. LILLARD, 1970. A soil water model for two contrasting tillage systems. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg. Virginia. Bull. 38, 217 p.
- SHEAR, G.M., 1968. The development of the no-tillage concept in the United State. Outlook on Agriculture 5(6): 247-251.
- SUAREZ DE CASTRO, F., 1956. Conservacion de suelos. Coleccion Agrícola Salvat. 298 p.
- TRIPLETT JR., G.B.D.; D.M. VAN DOREN JR. e W.H. JOHNSON, 1970. Response of tillage systems as influenced by soil type. Trans. Am. Soc. Agr. Eng. 13: 765-767.
- THORNTWAITE, C.W.; J.R. MATHER, 1955. The water balance. Centerton, New Jersey, Laboratory of Climatology. 104 p. (Publication in Climatology, vol. 8, nº 1).