

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, abril de 1961

N.º 9

SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO E À EROÇÃO (1)

J. QUINTILIANO A. MARQUES e DR. JOSÉ BERTONI, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Conservação do Solo, Instituto Agrônômico (2)

RESUMO

Neste trabalho os autores apresentam os resultados obtidos, desde 1944, com os diversos sistemas de preparo do solo, na produção e na erosão, nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo, com as culturas de milho, algodão e soja.

Com base nos dados de produção obtidos, conclui-se que, de modo geral, não há vantagens em se fazerem duas arações em vez de uma única, a menos que o terreno esteja muito praguejado de ervas daninhas de extirpação difícil, como os casos da tiririca e grama-sêda. O preparo do solo com arado comum é superior aos demais sistemas, ou sejam, subsuperfície, grade, sulcos e enxada.

Relativamente à erosão, verifica-se que quanto maior a desagregação da terra e que quanto menor a quantidade de resíduos vegetais deixados na superfície, tanto maior será o prejuízo por erosão; no preparo do solo com apenas uma aração e no preparo com arado de subsuperfície conseguem-se reduzir, substancialmente, as perdas de terra por erosão, em relação, respectivamente, ao preparo do solo com duas arações e ao preparo do solo com arado comum de aiveca.

1 — INTRODUÇÃO

O aumento sempre crescente de demanda de produtos alimentares e de matéria prima para a indústria, conduz o agricultor não apenas a uma contínua ampliação das áreas cultivadas como, principalmente,

(1) Trabalho apresentado ao VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, São Paulo, de 20 a 30 de julho de 1959. Recebido para publicação em 12 de janeiro de 1960.

(2) Os autores agradecem a colaboração do Eng. Agr. Glauco Pinto Viégas, na organização do plano experimental para os ensaios de produção; agradecimentos também são devidos ao Eng. Agr. Francisco Grohmann, pela colaboração prestada na condução dos ensaios durante sua permanência na Seção de Conservação do Solo; são gratos, outrossim, pela colaboração prestada na instalação e condução dos ensaios aos Engs. Agrs. que, em diferentes épocas estiveram como responsáveis locais pelo trabalhos nas várias estações experimentais em que foram conduzidos os ensaios, ou sejam, na Estação Experimental de Mococa: Lineu Carlos de Souza Dias, Mário Vieira de Moraes e Túlio Ribeiro Rocha; na Estação Experimental de Campinas: Paulo Cuba de Souza e Reynaldo Forster; na Estação Experimental de Ribeirão Preto: Antônio Gentil Gomes, Oswaldo Augusto Mamprim, Dirceu Paes de Barros, Milton Alcover, Walter Lazzarini, Antônio Junqueira Reis e Hermano Vaz de Arruda; e, finalmente, na Estação Experimental de Pindorama: Rubens Álvaro Bueno, João Aloísi Sobrinho, Marcos Paranhos Penteado e Guilherme Augusto de Paiva Castro.

a uma progressiva intensificação dos trabalhos de arroteamento do solo e a um emprêgo cada vez maior da máquina como meio de baratear e suavisar as fainas agrícolas.

Como resultado, cresce também o desgaste da fertilidade do solo obrigando a práticas conservacionistas complementares também cada vez mais amplas e intensivas. O grande problema é o de conciliar, economicamente, os interesses do aumento da produção agrícola com aquêles da preservação da integridade do solo.

Com efeito, «o homem e tôdas as formas de vida vivem do sol, das nuvens, do ar e da terra, através uma película — a camada superficial do solo — indispensável e, se impròpriamente tratada, perecível» (55).

Tais conceitos sôbre a necessidade e os perigos do trabalho inadequado e imprevidente do solo já eram, em verdade, largamente reconhecidos de há muito.

Entretanto, em 1943, com a publicação do livro «Plowman's Folly», por Faulkner (30), o assunto foi excepcionalmente vivificado e comentado, levantando-se, em todo o mundo, uma verdadeira celeuma em tôrno dos benefícios e dos malefícios trazidos pelo uso do arado no preparo do solo para o plantio. Publicações técnicas e mesmo revistas de notícias gerais, tais como «Time» (22) e «Seleções» (7), trouxeram comentários e discussões sôbre as idéias revolucionárias contra o arado, defendidas por Faulkner em seu livro.

Tais idéias encontraram alguns fervorosos adeptos, valendo citar Couteaux (18) e, por outro lado, também foram severamente criticadas, como o caso, por exemplo, de Bradfield (6), que baseou suas críticas especialmente nas limitadas condições em que foram obtidas as observações de Faulkner. Outros autores procuram, em periódicos de grande tiragem (47), mostrar a vantagem do preparo do solo com arado, na produção das culturas. Mais tarde o próprio Faulkner (29), em novo livro, reforçando suas idéias faz, contudo, algumas ressalvas ao seu pensamento primitivo. Agora, como diz Watson (61), apesar de a opinião anterior de Faulkner ser a de que os fazendeiros haviam perdido o seu tempo e a sua energia por dois mil anos, o que se conclui é que, na realidade, êsse tempo e essa energia despendidos pelos agricultores não foram em vão.

O arado, utilizado há mais de 5 000 anos (19) como instrumento básico e mesmo símbolo da agricultura, sendo até hoje a principal máquina empregada pelos agricultores de tôdas as partes do mundo no

preparo da terra para o plantio, foi, de um momento para outro, posto na berlinda, atacado por uns e defendido por outros.

As idéias de Faulkner, condenatórias sem restrições, do arado como responsável pela erosão e por muitos outros males do solo, não encontraram, de pronto, refutação, uma vez que as próprias estações experimentais dos Estados Unidos não dispunham, na ocasião, de dados experimentais completos e conclusivos sobre a eficiência dos vários sistemas de preparo do solo. Não encontrando, assim, uma contradita baseada em irrefutáveis dados de experimentação, tomaram corpo e se difundiram largamente as idéias de Faulkner apesar de não fundamentadas, por sua vez, em dados experimentais rigorosos, mas em simples observação de algumas culturas de fundo de quintal e, especialmente, de conjecturas e generalizações.

Evidentemente, um fundo de verdade havia nos princípios defendidos por Faulkner, notadamente naquele da restrição ao uso indiscriminado do arado como medida de proteção ao solo, sendo, de qualquer forma, útil e elogiável o seu brado de alerta, repercutido e ouvido em todos os quadrantes do globo.

Foi naquela ocasião, que a Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônomo, procurando bases seguras para situar em seus devidos termos a questão para as nossas condições, iniciou uma série de ensaios em vários tipos de solo do Estado de São Paulo, para comparação dos principais sistemas de preparo do solo com respeito não apenas à erosão mas, também, à produção e à economia do agricultor.

Alguns resultados preliminares de tais ensaios já foram dados à publicidade em várias ocasiões (3, 38, 39, 40, 41).

No presente trabalho são apresentados os dados finais obtidos, com as conclusões cabíveis para as condições de solo e de clima do Estado de São Paulo, abrangidas pelos experimentos realizados.

2 — REVISÃO DA LITERATURA

Numerosos tipos de máquinas e de sistemas para preparo do solo têm sido desenvolvidos e experimentados em todo o mundo visando maiores produções, maior proteção ao solo ou maior economia de trabalho.

Com relação à proteção do solo, que é o caso especialmente focalizado no presente trabalho, a questão toda reside na posição com que

são deixados os resíduos da cultura anterior dentro do perfil do solo. De maneira geral, os resíduos deixados na superfície protegem melhor o solo contra a erosão e contra as perdas de água por evaporação. Tal proteção, entretanto, nem sempre coincide com melhores e maiores colheitas.

2.1 — OS TIPOS DE MAQUINAS ESPECIALMENTE DESENVOLVIDOS

Visando à proteção do solo contra a erosão hídrica e principalmente eólica, uma série grande de equipamentos especiais tem sido desenvolvida para preparar o solo de forma a deixar os restos de vegetais na superfície do solo ou pelo menos próximo dela. Destacam-se, notadamente, os implementos do tipo subsuperfície, sob a forma de facas, varões horizontais ou eventualmente discos, capazes de desagregar o solo a pequena profundidade, sem revirá-lo (1, 14, 26, 31, 42, 45).

2.2 — OS EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DAS CULTURAS

São de certa forma contraditórios os resultados experimentais comparando o efeito, sobre a produção das culturas, entre o preparo do solo convencional de enterrio dos restos vegetais com auxílio dos arados de aiveca ou de discos comuns, e aquele de deixar os restos vegetais na superfície, feito com o auxílio dos implementos de subsuperfície ou de grades de discos.

Realmente, em certas áreas de clima mais chuvoso, como na região do «Corn Belt» dos Estados Unidos da América do Norte, o preparo do solo com os arados convencionais leva vantagem na produção do milho sobre o preparo do solo deixando os restos de cultura na superfície.

Browning e Norton (9) estudando os diversos sistemas de preparo do solo nas diversas localidades, em Iowa, para a cultura de milho, encontraram que as produções eram maiores nos tratamentos que levaram arado, em comparação com os de sulcos, grade de discos e subsuperfície.

Verificaram, igualmente, êsses mesmos autores, que também para a soja as produções foram significativamente menores nos talhões preparados com grade de discos (10). Browning e seus colaboradores concluíram que as produções de soja foram mais baixas nos trata-

mentos de grade de discos e de subsuperfície do que nos talhões arados (5, 11).

Norton e outros (44), estudando diversos sistemas de preparo do solo para a cultura de milho, chegaram à conclusão de que as produções sempre foram maiores no terreno sulcado quando comparado com o preparo do solo de subsuperfície. Também foi observado que as plantas nos talhões arados eram significativamente maiores que nos talhões de preparo de subsuperfície.

Por outro lado, em certas áreas de clima mais sêco como a do Oeste dos Estados Unidos da América do Norte, onde assume grande importância o problema da conservação de umidade e de todos os aspectos da chamada «lavoura sêca», verifica-se serem mais vantajosos para a produção os sistemas de preparo do solo que deixam os restos vegetais na superfície do solo, formando o «mulch» ou a cobertura morta.

Peele (50) acentua a vantagem de deixar restos de cultura na superfície, apresentando resultados que indicam um aumento de 20% na produção de milho. Duley e Russel relatam experiências cujos resultados mostram um efeito favorável na produção de milho, de cerca de 30%, quando os restos foram deixados na superfície (25, 26, 27, 28).

Algumas vezes também são de certa forma indiferentes do ponto de vista da produção, a colocação mais ou menos profunda, no solo, dos restos vegetais. Sewell e Call (54), investigando sistemas de preparo do solo, concluem que a sua profundidade não faz variar a produção e que também não causam qualquer variação na umidade do solo.

2.3 — A IMPORTÂNCIA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

As condições climáticas da região ou do ano, notadamente no concernente às chuvas, afetam, consideravelmente, o efeito sobre a produção, do enterrio ou não dos restos vegetais.

Browning e Norton (10) verificaram que as produções de milho sob diferentes métodos de preparo do solo também podem ser afetadas pelas variações das condições climáticas do ano.

Foi igualmente observado por Copley (17), que as produções são inferiores nos tratamentos com cobertura na superfície, em épocas com excesso de chuva.

2.4 — O PAPEL DA INFESTAÇÃO POR ERVAS DANINHAS

Na escolha do melhor sistema de preparo do solo, especialmente sob o aspecto da produção, grande destaque exercem as condições de praguejamento com ervas daninhas.

Tyson e Crabb (58) afirmam que no terreno onde o preparo do solo foi efetuado com grade de discos, a produção foi maior e que o crescimento excessivo das ervas daninhas não tinha um efeito prejudicial significativo. E que no preparo de subsuperfície o terreno permaneceu úmido ainda por uma semana a 10 dias, sendo, portanto, uma prática interessante em áreas de baixa precipitação. Hayes, Mc Call e Bell (32) observam que a produção é menor no preparo de subsuperfícies que em outros tratamentos, sendo que, em solos não infestados com gramíneas, boas produções podem ser esperadas quando o preparo é feito com grade de discos.

Wimer (62), estudando resultados antigos da Universidade de Illinois, conclui que o milho não pode prosperar quando no terreno houver ervas daninhas, tendo Cook e Pèikert (16) apresentado a mesma conclusão. Afirma Wimer que o efeito prejudicial dessas ervas daninhas não é devido à concorrência de água, mas sim a outras causas.

2.5 — AS DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E AS ADUBAÇÕES

Os sistemas de preparo do solo podem provocar determinadas deficiências nutricionais nas culturas, modificando-se seus efeitos conforme as adubações que se façam.

Browning e seus colaboradores (5, 11) observaram uma acentuada deficiência de nitrogênio e potássio nas plantas cujos talhões tiveram o preparo do solo executado com arado de subsuperfície e também com grade de discos.

Browning (8), em experiências com cultura de milho realizadas em Iowa, também observou que as plantas cujo terreno foi preparado com grade de discos apresentaram deficiência em elementos nutritivos, e que elas eram menores e as produções mais baixas em relação às que-las dos terrenos arados.

Lawton e Browning (37), examinando o efeito dos vários sistemas de preparo do solo com relação à fertilidade, concluíram que nos talhões sem adubação o peso total das plantas foi maior do que nos ta-

lhões arados; e que a aplicação de adubação aumentou, em geral, o peso das plantas em todos os tratamentos, mas que esse aumento variou com os diferentes sistemas de preparo do solo e com os diferentes tipos de solo. Assim também a porcentagem de nitrogênio nas plantas variou com as práticas de preparo e com os tipos de solo.

A diminuição de produção observada em alguns casos e devida à aplicação de restos de cultura na superfície, pode ser superada pela aplicação de fertilizantes (20).

2.6 — OS EFEITOS SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O sistema de preparo do solo com relação ao enterrio ou não dos restos de cultura, pode afetar, sensivelmente, o conteúdo de matéria orgânica do solo.

Alderfer e Merkle (2) encontraram apreciáveis diferenças no conteúdo de matéria orgânica do solo a diferentes profundidades, após quatro anos de aplicação de restos de cultura na superfície. Além do efeito no controle das perdas de terra e de água pela erosão, Moser (43) determinou que, enterrando-se os restos de cultura aumentou de 1,75 para 2,52 a porcentagem de matéria orgânica do solo e que quando os restos vegetais foram deixados na superfície do solo, a porcentagem de matéria orgânica aumentou para 2,54, dentro do solo.

2.7 — AS CONDIÇÕES FÍSICAS DO SOLO E SUA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO

Pesquisas têm demonstrado que permanecendo na superfície do solo os restos da cultura anterior, aumenta a capacidade de infiltração, e, também, que a água fica retida mais tempo quando os resíduos são parcialmente enterrados, como acontece com o preparo pela grade de discos (15, 23, 24).

Browning (8), comparando as produções de milho quando o preparo do solo foi executado por vários sistemas, concluiu 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, e que a menos que seja empregado criteriosamente, poderá ser até perigoso.

Ulrich e Anderson (59), 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 subsolo e diminuíram a sua capacidade de utilizar a água disponível. Verificaram, ainda, que a porosidade reduziu-se, em qualquer tipo de solo, por efeito do cultivo.

2.8 — OS EFEITOS SOBRE A EROÇÃO

Vários métodos de preparo do solo têm sido usados, numa tentativa de reduzir a erosão pela diminuição da enxurrada em terras cultivadas.

O valor dos resíduos na superfície do solo, pelo aumento de infiltração da água e pela proteção contra a erosão, é amplamente reconhecido (12, 27, 28, 34, 56, 57).

Browning e Norton (10), em experiências com cultura de milho, realizadas em Iowa, verificaram, com relação à erosão, que as perdas de terra foram 3,6 vezes maiores nos talhões arados quando comparados com os talhões que tiveram o preparo de subsuperfície.

Duley e Russell (25), em experiências com talhões submetidos a chuva artificial, numa intensidade de cerca de 40 mm por hora, verificaram que, mantidos na superfície do solo os restos de cultura, as perdas de terra eram nulas e as de água eram reduzidas de 95%, comparativamente com terreno descoberto. A mesma experiência, em condições de campo, mostrou que um terreno descoberto perdia três vezes mais água e 13 vezes mais terra do que um terreno com restos de cultura na superfície.

Woodburn (63) verificou que cinco toneladas de palha aplicadas como «mulch», depois que o solo havia sido preparado, reduziram as perdas de terra para 0,25 toneladas por hectare e as de água para 6%, quando num mesmo período um terreno descoberto perdeu 52 toneladas de terra por hectare e 44% da chuva caída.

Peele (50) apresenta dados médios de quatro diferentes tipos de solo, mostrando que as perdas de água num terreno descoberto foram 15 vezes maiores do que no mesmo terreno com restos de cultura na superfície, e também que as perdas de terra foram cerca de 40 vezes maiores no terreno descoberto. Resultados semelhantes foram também encontrados por Hendrickson, Carreker e Adams (33).

Van Doren e Stauffer (21) concluem que as perdas de terra são 14 a 149 vezes maiores em terrenos sem os restos de cultura na superfície, quando comparados com terrenos cobertos.

Lamb e outros (36) reduziram as perdas de água para menos da metade e as de terra para menos de um quarto, deixando restos da cultura de trigo na superfície.

Ainda segundo Lamb (35), 10 toneladas de estêrco na superfície reduziram muito mais as perdas de terra e água do que 20 toneladas do mesmo estêrco, quando enterradas.

2.9 — A EROSAO POR IMPACTO

Os resíduos deixados na superfície oferecem também uma proteção ao solo contra a ação das gotas de chuvas intensas, uma vez que absorvem a energia de queda dessas gotas, prevenindo, dessa forma, a sua ação desagregadora das partículas do solo.

O principal efeito da cobertura do solo na redução das perdas por erosão era geralmente admitido ser devido ao impedimento oferecido ao escoamento, até que Borst e Woodburn (4), mostraram ser devido à diminuição da energia cinética da gota da chuva, ao cair.

3 — MATERIAL E MÉTODO

Visando determinar o efeito sobre a produção de algumas culturas anuais e sobre as perdas de terra e água resultantes do sistema de preparo do solo adotado, foram instalados dois projetos experimentais, a saber: a) Determinação do efeito de sistemas de preparo do solo, sobre a produção; e b) Determinação das perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo.

3.1 — DETERMINAÇÃO DO EFEITO DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO SOBRE A PRODUÇÃO

Este ensaio, planejado pelo primeiro autor em colaboração com o Eng. Agr. Glauco Pinto Viégas, então Chefe da Seção de Cereais e Leguminosas, teve como objetivo inicial estudar os principais sistemas de preparo do solo para o plantio, utilizando-se da cultura do milho para verificação dos efeitos na produção. A razão dessa escolha inicial re-

sídiu na grande quantidade de restos de cultura deixados no terreno até o ano seguinte, de forma a acentuar os efeitos dos vários sistemas de preparo do solo sôbre o fracionamento e sôbre a posição dos detritos vegetais em relação ao solo desagregado ou revirado.

Os tratamentos estudados foram os seguintes:

1 — **Duas arações**, ou seja, aração com arado de aiveca reversível repetida em duas épocas (em seguida à colheita e no início do período chuvoso), de tal maneira que os restos de cultura enterrados na primeira operação ficassem parcialmente desenterrados e devolvidos à superfície pela segunda aração.

2 — **Uma aração**, ou seja, aração com arado de aiveca reversível em uma única época (início do período chuvoso), de tal maneira que os restos de cultura ficassem enterrados sob a leiva, aí permanecendo.

3 — **Subsuperfície**, ou seja, uma aração com arado de subsuperfície (arado de aiveca sem a telha tombadora) em uma única época (início do período chuvoso), numa forma tal que o solo ficasse desagregado pelo bico do arado, continuando os restos de cultura em sua superfície.

4 — **Sulcos**, ou seja, aração parcial da área, em uma única época (início do período chuvoso), por meio de um sulcador que desagregasse o solo apenas ao longo das fileiras ou linhas da cultura, ficando os restos de cultura, em consequência, apenas parcialmente incorporados ao solo.

5 — **Grade**, ou seja, preparo do solo apenas por gradagem com grade de discos lisos, de tal modo que apenas uma camada superficial do solo ficasse desagregada, ficando, pois, os restos de cultura, apenas parcialmente incorporados ao solo.

6 — **Enxada**, ou seja, preparo do solo unicamente por capina do mato e raspagem superficial do solo com enxada, permanecendo todos os restos de cultura na superfície do solo.

Em todos os tratamentos fêz-se, após a colheita, uma batida geral da palhada com grade de discos, e, além disso, com exceção apenas para o tratamento n.º 6 (enxada), foi feita uma gradagem geral complementar ao preparo do solo.

O plantio foi feito em pequenos sulcos ou em covas, conforme o sistema comumente adotado em cada estação experimental. As capi-

nas e a amontoa também foram feitas a enxada ou cultivador, conforme o uso da estação experimental, repetidas tantas vezes quantas necessárias para manter a cultura normalmente limpa de mato.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com seis repetições. Os canteiros tiveram uma área total de 200 m² (10 x 20 m) e uma área útil de 90 m² (6 x 15 m), separados entre si por uma rua de 2 m de largura.

O ensaio foi conduzido simultaneamente, a partir de 1944/1945, nas estações experimentais de Campinas, Mococa, Ribeirão Preto e Pindorama, representativas, respectivamente, dos solos roxa-misturada do Triássico e do Glacial, massapê-salmourão do Arqueano, roxa-pura do Triássico, e arenosa rica do Bauru Superior (Cretáceo). De 1944/45 a 1947/48 na Estação Experimental de Campinas o ensaio decorreu em um local próximo da Seção de Genética, sendo a seguir transferido para outro local, ao lado da Horticultura, sendo que em ambas as localidades o solo se apresentava fortemente praguejado de grama-sêda (*Cynodon dactylon* Pers.) e de tiririca (*Cyperus rotundus* L.).

De 1944/1945 a 1950/1951 o ensaio foi conduzido unicamente com a cultura do milho e sem adubação. A partir de 1951/1952 atendendo-se a sugestões e idéias gerais sobre delineamentos experimentais feitas por F. R. Yates aos técnicos do Instituto Agrônômico, durante sua visita em julho e agosto de 1951, o ensaio foi modificado, distribuindo-se as seis repetições, em partes iguais, pelas culturas de milho, algodão e soja, em rotação, na seqüência indicada. Dessa forma, em cada ano houve dois blocos com milho, dois com algodão e dois com soja, sendo que de um ano para o outro as culturas eram trocadas em rotação na ordem de milho, algodão, soja, milho etc. Em 1951/1952 o ensaio na Estação Experimental de Mococa deixou de seguir a ordem de plantio planejada, não sendo, por conseguinte, aproveitados os dados respectivos.

O milho foi plantado no espaçamento de 1,00 m entre fileiras por 0,20 m entre covas, com uma planta por cova. O algodão foi plantado no espaçamento de 1,00 x 0,30 m e a soja no espaçamento de 0,50 x 0,20 m, também deixando-se uma planta por cova.

Os dados registrados foram principalmente os seguintes:

- a) datas e duração das diferentes operações de preparo do solo executadas para cada tratamento;

- b) número das capinas necessárias para manter a cultura normalmente limpa em cada tratamento;
- c) número de trabalhadores e tempo de serviço consumido em cada operação de preparo do solo e de cultivo para os vários tratamentos;
- d) «stands» inicial e final nos vários canteiros;
- e) altura de 50 plantas no interior de cada canteiro de milho;
- f) produção do milho, em espigas e em grãos, de seis fileiras de 15 m em cada canteiro;
- g) produção do algodão em caroço, em seis fileiras de 15 m em cada canteiro;
- h) produção da soja, em grãos, em 12 fileiras de 15 m em cada canteiro;
- i) peso dos restos de cultura deixados sobre o terreno.

O ensaio foi concluído nas estações experimentais de Campinas e de Mococa, no ano agrícola 1954/1955, na Estação Experimental de Pindorama, no ano agrícola 1955/1956, e, finalmente, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, no ano agrícola 1957/1958.

3.2 — DETERMINAÇÃO DAS PERDAS POR EROÇÃO, EM DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Faz parte do denominado Grupo IV de talhões munidos de sistemas coletores de erosão instalado na Estação Experimental de Pindorama, em 1944. Foi plantado desde o ano agrícola 1944/1945, mas as mensurações de perdas por erosão só foram feitas a partir de 2-9-1945, no ano agrícola 1945/46.

O plano geral desse grupo foi do primeiro autor, tendo no projeto dos sistemas coletores de erosão, colaboração de segundo autor e na instalação e condução inicial do ensaio, a colaboração do Eng. Agr. Francisco Grohmann.

O Grupo IV é constituído de cinco talhões de 1 000 m², com dimensões de 20 x 50 m, em rampa uniforme de 10,8% de declividade, em um solo arenoso bruno claro, típico da formação Bauru Superior (Cre-táceo).

Os sistemas coletores de erosão, em cada talhão, são formados por

um camalhão de terra batida que circunda o talhão, por uma soleira concentradora, construída de alvenaria na base do talhão, por um tanque de decantação de alvenaria, munido de telas para retenção de cisco, e por dois tanques de armazenamento, também de alvenaria, antecedidos de divisores tipo Geib, respectivamente de 11 e de 7 janelas (38, 40).

Os cinco tratamentos estudados nesse Grupo IV foram os seguintes:

1 — **Aração e plantio morro abaixo**, sendo a aração feita uma única vez com arado de aiveca reversível, e os cultivos feitos macissamente, isto é, em tôdas as ruas de uma vez.

2 — **Aração e plantio em contôrno**, sendo a aração feita uma única vez com arado de aiveca reversível, e os cultivos feitos em **alternância**, de uma rua para outra.

3 — **Aração e plantio em contôrno**, sendo a aração feita uma única vez com arado de aiveca reversível, e os cultivos feitos macissamente, isto é, em tôdas as ruas de uma vez.

4 — **Aração e plantio em contôrno**, sendo a aração feita uma única vez com arado de subsuperfície, isto é, sem a telha tombadora, e os cultivos feitos macissamente, isto é, todos de uma vez.

5 — **Aração e plantio em contôrno**, sendo a **aração feita duas vezes** com arado de aiveca reversível, e os cultivos feitos macissamente, isto é, todos de uma vez.

A cultura utilizada foi a de milho, plantado no espaçamento de 1,00 x 0,20 m, deixando-se depois do desbaste uma planta por cova. Os cultivos foram feitos com cultivador de enxadinhas tipo «Planet». Depois da colheita, a palhaça foi batida com grade de discos.

Visando contrabalançar eventuais efeitos de talhão, uma vez que não havia repetições no mesmo ano, foram alternados, tratamentos de um para outro talhão, em um plano de rodízio sistemático, seguindo a mesma seqüência com que foram enumerados. Dessa forma assegurou-se como que uma repetição em anos sucessivos, corrigindo-se, pelo menos parcialmente, os eventuais efeitos locais de talhões.

Para o presente trabalho serão apresentados e considerados apenas os dados relativos aos tratamentos 3, 4 e 5, que correspondem a tra-

tamentos estudados especialmente do ponto de vista de efeito sobre a produção, no ensaio anteriormente mencionado.

As perdas por erosão foram determinadas diariamente, sempre que houve escoamento de enxurradas. Alguns dados diários foram eliminados por terem ocorrido vazamentos nos tanques ou intromissão de enxurrada de áreas superiores. Em tais casos deixaram de ser considerados os dados do dia para os cinco talhões do grupo.

Junto ao grupo foi instalado um pluviômetro, para controle da precipitação. Para cálculo de volume da enxurrada recolhida nos tanques, foi descontada a chuva direta caída na soleira e nos tanques.

A terra arrastada foi avaliada em função da lama recolhida no tanque de decantação e dos sedimentos em suspensão na enxurrada recolhida nos tanques. Foram feitas várias determinações do peso específico aparente da lama, para cálculo de seu peso em função do volume medido diariamente, e, também, do teor de sedimento em suspensão na enxurrada. As médias de tais índices foram, respectivamente, de 1, 2 e de 0,2 g por litro.

4 — CONDIÇÕES ECOLÓGICAS ABRANGIDAS

Para comparação dos vários sistemas de preparo do solo, é de suma importância considerarem-se as condições ecológicas locais, notadamente aquelas da pluviometria e do solo.

Assim sendo, a fim de melhor situar as condições abrangidas pelos ensaios conduzidos, apresentar-se-ão, a seguir, alguns elementos identificadores das condições de pluviometria, de solos e de infestações por ervas daninhas das estações experimentais em que os mesmos foram localizados, inclusive mapas mostrando a distribuição aproximada de algumas dessas mesmas condições nas regiões vizinhas.

4.1 — PLUVIOMETRIA

O clima da região em que se localizaram os ensaios, toda ela no denominado Planalto Paulista, é predominantemente do tipo de inverno seco, com precipitações anuais médias oscilando entre de 1100 e 1700 mm. A estação úmida se estende de outubro a março, inclusive,

e a estação seca, que se caracteriza também por uma baixa temperatura do ar, vai de abril a setembro (51).

A região do arenito de Bauru, no Cretáceo, representada pela Estação Experimental de Pindorama é, em geral, a de mais baixa precipitação anual e aquela das terras massapê-salmourão do Arqueano, representada pela Estação Experimental de Mococa é, geralmente, a de mais alta precipitação anual no conjunto da área estudada.

Com relação à distribuição sazonal das chuvas, as estações experimentais de Pindorama e de Ribeirão Preto representam uma região onde a precipitação média do semestre de inverno (abril a setembro) é de apenas 10 a 15% da precipitação média do semestre de verão (outubro a março), e as estações experimentais de Campinas e de Mococa representam uma região onde a precipitação média do semestre de inverno (abril a setembro) é de 15 a 20% da precipitação média do semestre de verão (outubro a março) (51). No quadro 1 são apresentados os dados pluviométricos médios das estações experimentais consideradas para os períodos abrangidos pelos ensaios.

QUADRO 1. — Precipitações mensais médias nos períodos abrangidos pelos ensaios em quatro estações experimentais.

Meses do ano	Estações Experimentais			
	Mococa (1944/45 a 1954/55)	Campinas (1944/45 a 1954/55)	Rib. Preto (1944/45 a 1957/58)	Pindorama (1944/45 a 1955/56)
	mm	mm	mm	mm
Julho	16,6	24,3	22,3	11,1
Agosto	11,0	11,5	17,6	9,5
Setembro	23,7	39,5	29,6	22,9
Outubro	135,9	109,7	119,1	102,9
Novembro	186,4	150,0	145,2	142,7
Dezembro	223,0	167,7	235,5	192,3
Janeiro	269,4	265,4	258,2	234,7
Fevereiro	205,1	214,6	226,4	226,8
Março	201,7	166,7	207,2	172,6
Abril	57,0	59,5	58,8	44,5
Maió	29,1	32,2	50,1	49,8
Junho	39,0	52,9	40,0	34,0
Média anual	1 397,9	1 294,0	1 397,9	1 243,8

Na figura 1 apresenta-se um mapa da distribuição dos grupos de precipitação pluviométrica abrangidos pelos ensaios na região vizinha, segundo dados do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura (52).

4.2 — SOLOS

Os solos das estações experimentais em que foram realizados os ensaios enquadram-se, de maneira geral, nos grandes grupos dos latossolos húmicos e dos podzólicos vermelho-amarelos de boa fertilidade, da região do Brasil Meridional. A sua distinção decorre, principalmente, da natureza das rochas que lhes deram origem, sendo mesmo possível, delimitar, aproximadamente, sua distribuição na base do mapa geológico da região. No mapa da figura 2, tal distribuição é apresentada tendo como base o Mapa Geológico do Brasil, por Oliveira e Leonardos (46).

No quadro 2 são apresentadas as principais características físicas e químicas dos quatro grandes tipos de solo considerados. Os dados para os tipos massapê-salmourão, roxa-legítima e arenito Bauru, foram tomados de Paiva Netto e colaboradores (48), e aquêles para o tipo roxa-misturada são dados médios tomados de vários autores (13, 48, 53, 60).

O grande tipo de solo denominado massapê-salmourão, representado nos ensaios pela Estação Experimental de Mococa, provém de rochas do Período Arqueano. Os tipos principais das rochas que lhe dão origem são: gnaisses, granitos, micaxistos etc. Em geral são solos de conformação acidentada e, algumas vêzes, pedregosos. Os denominados «massapês» são mais argilosos, oriundos na maioria das vêzes de gnaisses e micaxistos, enquanto que os granitos, apresentam pedriscos ou pequenos seixos, com aparência de sal grosso. Tais solos não apresentam grande diferenciação pedológica no perfil, sendo, no geral, pouco permeáveis.

O grande tipo de solo denominado terra-rôxa-misturada, representado nos ensaios pela Estação Experimental Central em Campinas (Fazenda Santa Elisa), são, como o nome indica, uma mistura do solo terra-roxa-legítima com os solos arenosos dos períodos Triássico e Jurássico, ou mesmo com os solos dos períodos Glacial ou Corumbataí. São,

em geral, mais arenosos do que a terra-roxa-legítima, apresentando características de transição entre esta e aquêles tipos de solos vizinhos.

O grande tipo de solo denominado terra-roxa-legítima, representado nos ensaios pela Estação Experimental de Ribeirão Preto, provém de rochas eruptivas básicas formadas dos derrames de magma dos períodos Jurássico e Triássico. Os solos formados são de topografia

QUADRO 2. — Características médias dos quatro grandes tipos de solo abrangidos pelos ensaios, segundo análise do Instituto Agronômico de Campinas.

Características do solo superficial (0 a 40 cm)	Tipos de solo					
	Massapê- -Salmou- -rão	Roxa- -mistu- -rada	Roxa- -legí- -tima	Arenito de Bauru		
Massa específica { real	2,59	2,85	2,94	2,63		
Porosidade natural % { aparente	1,37	1,10	1,02	1,34		
	47,40	60,00	65,20	49,00		
Textura {	Arcia grossa (2 a 0,2 mm) .	33,70	30,00	11,00	62,20	
	Limo (0,2 a 0,002 mm)	48,50	30,00	56,30	30,70	
	Argila (< 0,002 mm)	17,80	30,00	32,70	7,10	
	Índice intern. (Buitenzorg)	B.L.	B.A.	L. Arg.	A.L.	
Umidade murchamento	14,30	10,50	17,80	5,60		
Umidade equivalente	21,10	15,50	26,20	8,20		
Água capilar máxima	28,80	—	35,00	17,00		
Acidez — pH	5,80	5,50	6,20	6,50		
Carbono — %	1,30	2,00	2,00	1,00		
Nitrogênio total — %	0,12	0,15	0,18	0,10		
Relação C/N	11,00	11,90	11,00	10,00		
Íons trocáveis (e.mg/100 g) {	PO ₄ — — —	0,60	0,65	3,00	0,30	
	Ca ++	2,50	2,48	5,00	5,00	
	Mg ++	0,70	0,39	0,70	0,70	
	Mn ++	0,06	0,36	0,02	0,05	
	K +	0,18	0,22	0,20	0,22	
	H +	6,00	5,90	6,50	5,00	
	Al +++	0,40	0,50	0,50	0,30	
	S	3,44	5,70	5,92	5,95	
T — S	6,40	6,40	6,80	3,50		
V (Índice de saturação) — %	34,50	35,00	46,50	43,30		
Análise qui- mica do com- plexo coloi- dal	Teores {	SiO ₂	10,00	—	12,00	5,00
		Al ₂ O ₃	13,00	—	24,70	4,00
		Fe ₂ O ₃	6,00	—	32,40	3,00
	Relação {	SiO ₂ /R ₂ O ₃ .	1,00	—	0,40	1,40
		SiO ₂ /Al ₂ O ₃ .	1,30	—	0,80	2,10
		SiO ₂ /Fe ₂ O ₃ .	3,50	—	1,00	4,40
		Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ .	3,40	—	1,20	2,00

ondulada, em grandes lançantes, caracterizando-se, especialmente, por uma grande porosidade, apesar de sua textura ser quase argilosa.

O grande tipo de solo arenito de Bauru, representado nos ensaios pela Estação Experimental de Pindorama, provém do arenito Bauru do período Cretáceo, de deposição flúvio-lacustre. Os solos são de topografia ondulada, bastante férteis e de grande importância agrícola. O horizonte A é essencialmente arenoso. O horizonte iluvial, ou B, pode apresentar-se mais ou menos argiloso e adensado, a ponto de retardar a infiltração da água e até mesmo de prejudicar o aprofundamento do sistema radicular das plantas.

4.3 — INFESTAÇÃO POR ERVAS DANINHAS

Os terrenos em que ficaram localizados os experimentos nas estações experimentais de Mococa, Ribeirão Preto e Pindorama apresentaram um grau de infestação por ervas daninhas que se poderia considerar normal, podendo-se destacar como principais invasoras o carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), o capim marmelada (*Ichnatus caudicans* Doell var. *vellutinus*), o picão (*Bidens pilosus* L.), o capim pé-de-galinha (*Panicum sanguinale*) e o capim favorito (*Tricholaena rosea* Nees.).

O mesmo não ocorreu, entretanto, no terreno destinado ao experimento na Estação Experimental Central em Campinas, que se caracterizou por uma forte infestação de ervas daninhas, notadamente a tiritica (*Cyperus rotundus* L.) e a grama-sêda (*Cynodon dactylon* Pers.).

5 — RESULTADOS

5.1 — GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

De acôrdo com os dados registrados, verificou-se um ligeiro efeito do sistema de preparo do solo sôbre a germinação das sementes e desenvolvimento das plantas até o estágio final de produção, conforme se pode verificar pelos dados referentes ao «stand» final médio e à altura média das plantas maduras.

5.1.1 — «STAND» FINAL MÉDIO

Examinando as figuras 3 e 4 verifica-se, de um modo geral, não ser muito acentuado o efeito do sistema de preparo do solo sôbre o

«stand» final das culturas, observando-se, entretanto, uma tendência para um melhor «stand» final nos sistemas mais intensivos de preparo do solo. Releva registrar o melhor «stand» final nos solos preparados com duas arações, seguidos logo pelos preparados com uma aração, com subsuperfície e com enxada, aproximadamente num mesmo nível, e os piores «stands» finais nos solos preparados com sulcos e com grade.

Os efeitos mais acentuados do sistema de preparo do solo sobre o «stand» final médio foram registrados no solo roxa-misturada praguejado, parecendo evidenciar a influência do praguejamento por ervas daninhas na germinação e no desenvolvimento das plantinhas em seu estágio inicial. No solo roxa-legítima, limpo de ervas daninhas, foi praticamente imperceptível o efeito do sistema de preparo do solo sobre o «stand» final médio. Os solos tipo massapê-salmourão e arenoso do Bauru colocaram-se em posição intermediária com respeito à intensidade do efeito do sistema de preparo do solo sobre o «stand» final médio.

Examinando a figura 3 verifica-se que a ordem relativa de colocação dos «stands» finais médios, para os quatro tipos de solo considerados, foi massapê-salmourão, roxa-legítima limpa, roxa-misturada praguejada e arenoso do Bauru.

Na figura 4 observa-se, por outro lado, que a ordem relativa de colocação dos «stands» finais médios para as três culturas consideradas foi milho, soja e algodão.

Por esta mesma figura 4 verifica-se que o algodão foi a cultura em que mais acentuado se apresentou o efeito dos vários sistemas de preparo do solo sobre o «stand» final médio; que a soja foi a cultura em que mais fraco se apresentou tal efeito; e que o milho foi a cultura intermediária, sob êsse ponto de vista.

Em média, para as três culturas e os quatro tipos de solo, verifica-se que, do ponto de vista do «stand» final das culturas, os seis sistemas de preparo do solo se classificam, em ordem decrescente, da seguinte maneira: duas arações, uma aração, subsuperfície, enxada, sulcos e grade, numa amplitude total de variação média que vai de 77 até 72%, representando apenas cerca de 7%.

Para a cultura de milho os dados do «stand» final se referem à média desde o período iniciado em 1944/45, e para as culturas de algodão e de soja se referem a médias apenas do período iniciado em 1951/52.

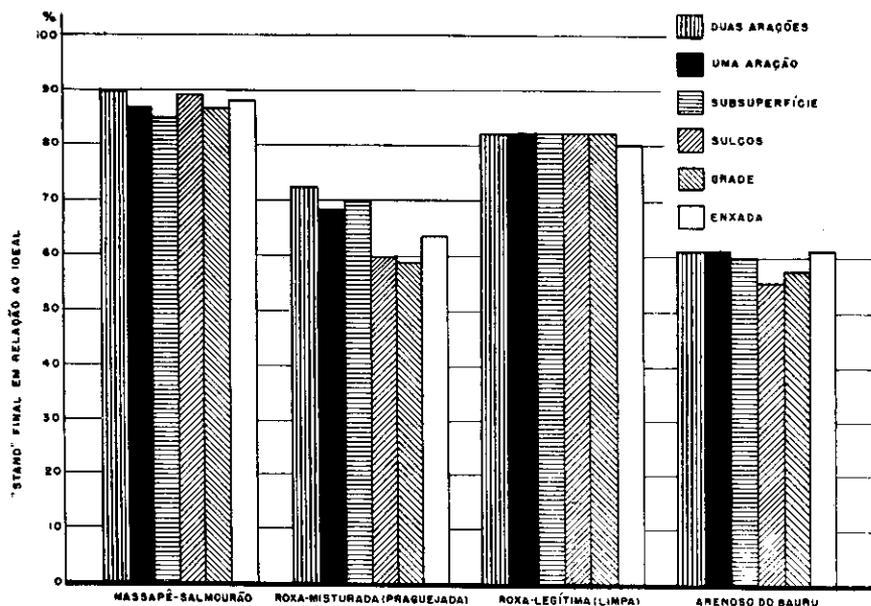


FIGURA 3. — Médias dos "stands" finais em culturas de milho (dois períodos), algodão e soja, em quatro tipos de solo e segundo diferentes sistemas de preparo da terra.

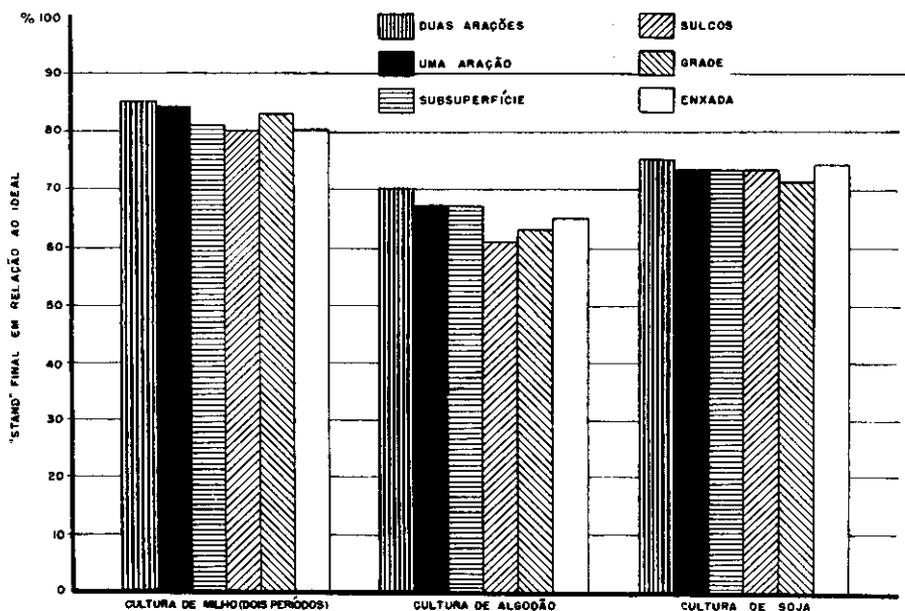


FIGURA 4. — "Stands" finais médios em culturas de milho, algodão e soja, de acordo com o sistema de preparo da terra.

5.1.2 — ALTURA MÉDIA DAS PLANTAS DE MILHO

Pelos resultados apresentados na figura 5, verifica-se ser relativamente pequeno o efeito do sistema de preparo do solo sobre a altura média das plantas em cultura de milho.

De maneira geral, entretanto, verifica-se que os sistemas de preparo do solo que se utilizam do arado comum em uma ou duas arações são os melhores, apresentando os pés de milho de maior porte. Por outro lado, verifica-se serem piores, apresentando pés de milho menos desenvolvidos, os sistemas de enxada, grades, sulcos e subsuperfície.

Examinando a figura 5, verifica-se que o efeito mais acentuado do sistema de preparo do solo sobre a altura média das plantas, em cultura de milho, apresenta-se na terra-roxa-misturada praguejada, imediatamente seguido pelo solo massapê-salmourão. São exatamente aqueles que apresentam problemas de praguejamento por ervas daninhas e de textura pesada para as máquinas aratórias. Nos solos do tipo arenoso do Bauru e roxa-legítima limpa, verifica-se ser muito ligeiro o efeito do sistema de preparo do solo sobre o porte das plantas, em cultura de milho.

Verifica-se, também, disporem-se os quatro tipos de solo considerados em dois grupos quanto ao porte dos pés de milho, uma das plantas mais altas, formado pelos solos arenosos de Bauru e pela terra-roxa-legítima limpa, e outro das plantas mais baixas, formado pelos solos massapê-salmourão e terra roxa-misturada praguejada. Em média, a ordem em que se dispõem os quatro tipos de solo, é: arenito de Bauru, roxa-legítima limpa, massapê-salmourão e roxa-misturada praguejada.

Comparando essa figura 5 com a figura 10, referente ao efeito sobre a produção de grãos da cultura de milho, nos dois períodos, verifica-se uma coincidência nos dois agrupamentos anteriormente assinalados, com respeito ao nível relativo assinalado para os quatro tipos de solo, ou seja, um primeiro grupo de níveis mais altos para os solos roxa-legítima limpa e arenoso do Bauru, e um segundo grupo, de níveis nitidamente inferiores, para os solos roxa-misturada praguejada e massapê-salmourão. Verifica-se, entretanto, ser diversa a ordem relativa dos quatro tipos de solo, pois que no tocante à produção de grãos, a sua classificação em ordem decrescente é roxa-legítima limpa, arenito de Bauru, roxa-misturada praguejada e massapê-salmourão, evidenciando,

dessa forma, uma correlação imperfeita, para os mesmos tipos de solo, entre a altura média das plantas e a produção de grãos na cultura de milho.

Uma outra coincidência que se pode verificar do exame das figuras 5 e 10 é a nítida vantagem que se verifica para o sistema de duas arações sobre o de uma aração praticamente apenas no solo do tipo roxa-misturada praguejada salientando a importância da repetição de aração nos solos com grande infestação de ervas daninhas.

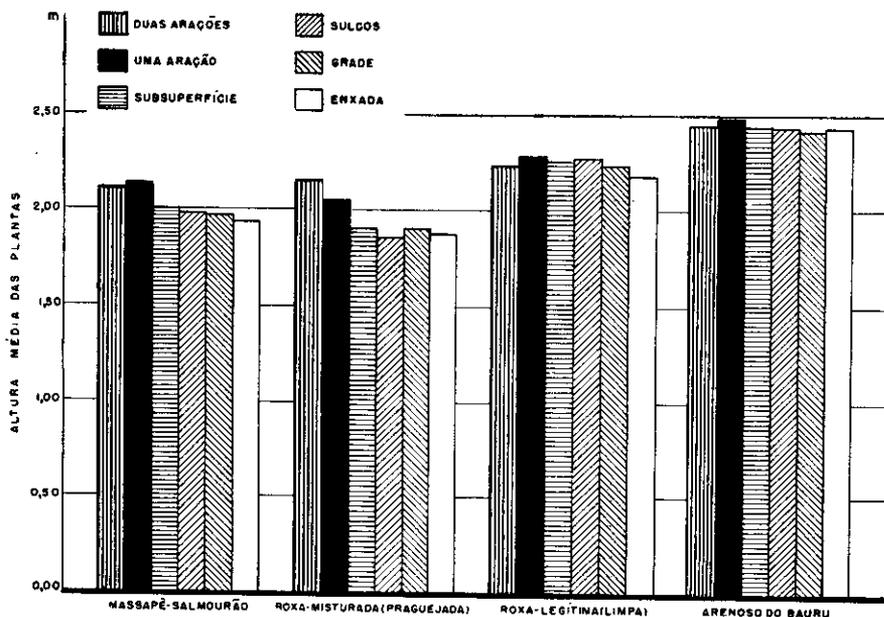


FIGURA 5. — Comparação das alturas médias das plantas de milho (dois períodos), em quatro tipos de solo, de acordo com o sistema de preparo da terra.

Coincide, também, nessas mesmas figuras e quadros, o fato de nos solos de contextura mais solta, como são o tipo arenito de Bauru e o roxa-legítima limpa, ser mais vantajosa uma aração em vez de duas arações e, bem assim, o fato de no solo de contextura mais pesada, que é o massapê-salmourão, ser praticamente indiferente arar uma só vez ou repetir as arações.

Em média, verifica-se que, do ponto de vista da altura atingida pelos pés de milho, os seis sistemas de preparo do solo se classificam, em ordem decrescente, da seguinte maneira: uma aração, duas arações, subsuperfície, sulcos, grade, e enxada, numa amplitude total de varia-

ção média que vai de 2,24 até 2,11 m de altura, representando apenas cerca de 6%.

5.2 — PRODUÇÃO

Para julgamento da conveniência e vantagem econômica dos vários sistemas de preparo do solo, indubitavelmente a produção final das culturas é um dos índices de maior valia.

Esse efeito dos seis sistemas de preparo do solo considerados foi avaliado no período de 1944/45 a 1950/51, apenas na cultura do milho, e, no período subsequente, de 1951/52 a 1956/57, nas culturas de milho, algodão e soja, em rotação trienal.

Nos quadros 3 e 4 são apresentados os dados médios obtidos nos vários períodos de que se compôs o ensaio e nas várias culturas utilizadas dando-se um pêso em função do número de repetições dos tratamentos e também do número de anos agrícolas abrangidos. Os dados de produção estão no quadro 3, em kg/ha de grãos de milho, de algodão em caroço e de grãos de soja. Foram também apresentados no quadro 4, em forma relativa, tomando-se o tratamento de «uma aração» como 100. A apresentação sob essa forma tornou-se necessária para facilitar a comparação de tratamento em condições de níveis de produção bastante diversos, ocasionados por diferença no tipo de solo, ou mesmo no tipo de cultura e, conseqüentemente, na unidade de produção por unidade de área.

5.2.1 — PRODUÇÃO DE MILHO NO PRIMEIRO PERÍODO DE CULTURA

O primeiro período de cultura de milho de que se constituiu o ensaio teve a duração de sete anos agrícolas, cada sistema de preparo do solo sendo repetido anualmente seis vezes, em cada uma das quatro estações experimentais consideradas. Os dados nêle obtidos representam, assim, um acêrvo considerável, pesando sensivelmente nos resultados finais médios. O efeito dos seis sistemas de preparo do solo sobre a produção de milho em grãos nesse período pode ser verificado nos quadros 3 e 4 e nas figuras 6, 7, 12 e 13.

Verifica-se, primeiramente, uma considerável diferença entre as produções nos quatro tipos de solo, destacando-se, em primeiro lugar, como mais produtivo o solo roxa-legítima limpo, seguido, por diferen-

Quadro 3. — Produções, em quilogramas por hectare, obtidas em várias culturas e tipos de solo para os diferentes sistemas de preparo

Culturas	Tipos de solo	Tratamentos					
		Duas arações	Uma aração	Subsuperfície	Sulcos	Grade	Enxada
Milho contínuo (1.º período)	Massapé-Salmourão	998	957	766	853	774	732
	Roxa M. Praguejada	1 729	1 326	1 453	1 114	1 432	1 387
	Roxa L. Limpa	2 147	2 635	2 044	2 167	1 957	1 831
	Arenito Bauri	2 056	2 212	2 085	1 746	1 962	1 836
	Média (*)	1 732	1 832	1 587	1 470	1 531	1 446
Milho rotação (2.º período)	Massapé-Salmourão	1 690	1 880	1 411	2 018	1 599	1 732
	Roxa M. Praguejada	1 315	984	542	602	713	651
	Roxa L. Limpa	2 379	2 503	2 346	2 519	2 340	2 100
	Arenito Bauri	2 874	2 903	2 337	2 258	2 040	2 324
	Média (*)	2 165	2 174	1 787	1 937	1 771	1 779
Milho média (*)	Massapé-Salmourão	1 084	1 072	847	999	877	857
	Roxa M. Praguejada	1 663	1 440	1 307	1 032	1 317	1 269
	Roxa L. Limpa	2 199	2 606	2 074	2 245	2 042	1 891
	Arenito Bauri	2 213	2 345	2 133	1 844	1 977	1 930
	Média (*)	1 809	1 893	1 612	1 552	1 573	1 505
Algodão rotação	Massapé-Salmourão	1 061	1 229	868	971	1 152	1 216
	Roxa M. Praguejada	327	212	112	144	104	112
	Roxa L. Limpa	911	876	861	817	740	660
	Arenito Bauri	547	552	444	441	348	295
	Média (*)	781	787	666	673	653	623
Soja rotação	Massapé-Salmourão	1 278	1 215	1 286	1 315	1 137	1 208
	Roxa M. Praguejada	563	476	442	454	378	531
	Roxa L. Limpa	1 650	1 753	1 711	1 752	1 713	1 670
	Arenito Bauri	515	542	470	497	395	346
	Média (*)	1 061	1 073	1 045	1 068	987	1 009

(*) Médias ponderadas na base do número de anos agrícolas e das repetições que contribuíram.

ça mínima, pelo arenito de Bauru e colocando-se em último lugar o solo massapê-salmourão; ficou em posição intermediária a terra roxa-misturada praguejada.

As maiores diferenças relativas com relação ao sistema de preparo do solo apresentam-se no solo roxa-misturada praguejado, numa amplitude total de cerca de 40%, e, em contraposição, as menores diferenças relativas verificam-se no solo arenito de Bauru, registrando uma amplitude total de cerca de 21%.

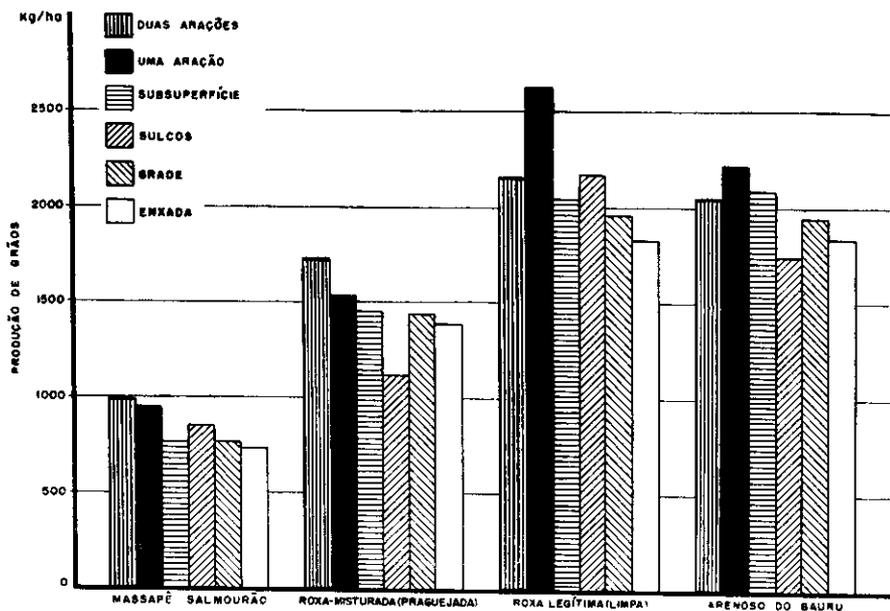


FIGURA 6. — Produção de milho (primeiro período — 1944/44 a 1950/51), em quatro tipos de solo, de acordo com o sistema de preparo da terra.

Com relação aos sistemas de preparo do solo verifica-se, primeiramente, que o preparo do solo com arado revolvedor comum, na cultura de milho, proporciona produções em geral superiores àquelas obtidas com os demais sistemas de aradura, inclusive a do arado de subsuperfície, mostrando a conveniência de um revolvimento do solo para incorporação dos restos de cultura.

Verifica-se, igualmente, que nos solos de estrutura mais compacta, como o massapê-salmourão, a repetição da aração apresenta-se ligeiramente vantajosa, proporcionando uma diferença de cerca de 4% de aumento na produção de milho.

Em terrenos altamente infestados de ervas daninhas, como aconteceu na terra roxa-misturada praguejada, em que o local do ensaio apresentava grande praguejamento de grama-sêda (*Cynodon dactylon* Pers.) e de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), verifica-se que o tratamento com duas arações proporciona um aumento da ordem de cerca de 13% na produção, sobre o tratamento com uma única aração.

Nos solos de estrutura solta como o da terra roxa, apenas uma aração produziu cerca de 19% mais do que o de duas arações, mostrando ser desnecessária e até inconveniente a repetição da aração. O mesmo aconteceu no solo arenito de Bauru, com uma diferença da ordem de cerca de 7%.

Verifica-se, igualmente, que o preparo do solo com sulcos oferece resultados bastante contraditórios, apresentando dados intermediários no caso dos solos massapê-salmourão e roxa-legítima limpa, e os dados mais baixos dentre todos os seis sistemas estudados nos solos roxa-misturada praguejada e arenoso do Bauru.

Verifica-se, também, que os tratamentos subsuperfície, grade e enxada apresentam comportamento relativo muito regular, registrando, em todos os quatro tipos de solo, praticamente a mesma posição relativa, aparecendo, dentre os três, sempre subsuperfície como o melhor, grade como intermediária e enxada como o pior.

5.2.2 — PRODUÇÃO DE MILHO NO SEGUNDO PERÍODO DE CULTURA

O segundo período de cultura de milho é representado pelos anos agrícolas a partir de 1951/52, em que as seis repetições de cada tratamento de preparo do solo foram, dentro de uma rotação trienal, distribuídas igualmente pelas culturas de milho, algodão e soja, cabendo, assim, duas repetições a cada uma. Para o caso do milho, esse período consistiu de três anos agrícolas no solo massapê-salmourão, quatro anos no solo roxa-misturada praguejada, seis anos no solo roxa-legítima limpa, e cinco anos no solo arenito de Bauru.

Na figura 7 podem ser examinados os dados registrados nesse período de cultura de milho.

Verifica-se, do ponto de vista da produção relativa de milho nos quatro tipos de solo, uma melhoria da colocação apresentada pelo solo

massapê-salmourão e uma queda da colocação relativa do solo roxa-misturada praguejada.

Observa-se, igualmente, pelo exame da figura 7, que nesse mesmo solo roxa-misturada praguejada ampliou-se, consideravelmente, a diferença relativa entre sistemas de preparo do solo apresentando entre si oscilações de até 79%, embora guardando, aproximadamente, a mesma

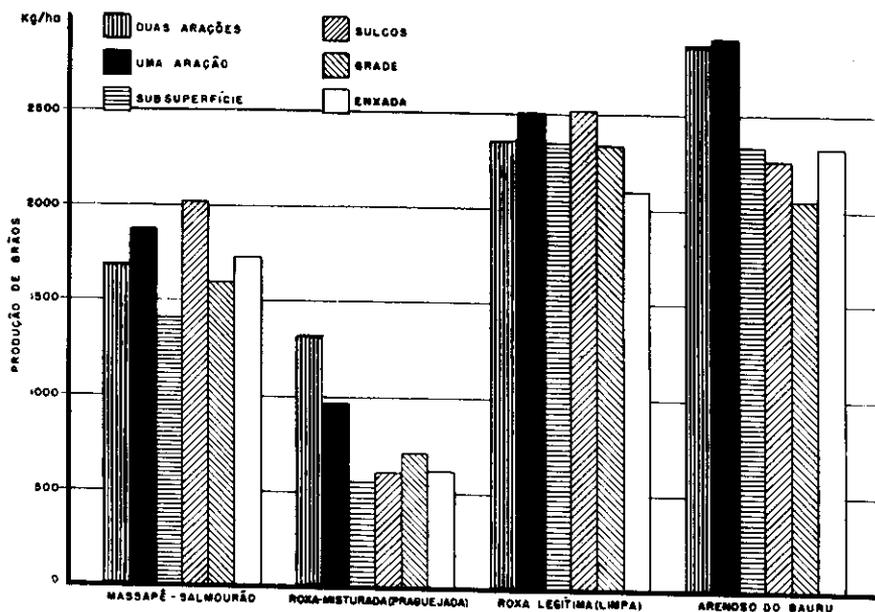


FIGURA 7. — Produção de milho (segundo período — 1951/52 a 1956/57), em quatro tipos de solo, de acôrdo com o sistema de preparo da terra.

colocação relativa verificada no primeiro período de cultura de milho. Contrariamente, verifica-se que no solo roxa-legítima limpa, tal diferença entre tratamentos foi sensivelmente reduzida, apresentando oscilações entre si de apenas 17%, caindo também, nesse solo, a vantagem inicialmente apresentada em favor do sistema de uma aração sôbre o sistema de duas arações, e passando a sobressair-se o sistema de sulcos. No solo massapê-salmourão, as principais diferenças registradas no período com relação ao anterior, foram o rebaixamento do sistema de duas arações, que passou a se mostrar inferior não apenas a uma aração como também especialmente aos sulcos e, em pequena proporção, ao enxada.

Verifica-se ainda nesse solo massapê-salmourão, que o sistema de subsuperfície passou a se colocar em último lugar. No solo arenito

de Bauru, as alterações mais dignas de destaque foram a redução da diferença entre uma e duas arações e o acréscimo da diferença entre os sistemas de aração normal em relação aos demais.

Com respeito às diferenças relativas entre os seis sistemas de preparo do solo estudados, observa-se, em primeiro lugar, que, de maneira geral, o arado revolvedor comum, tanto em uma como em duas passadas, é superior aos demais equipamentos de preparo do solo. Tal vantagem é especialmente acentuada nos solos roxa-misturada praguejada e arenito de Bauru. Em segundo lugar verifica-se, comparando uma e duas arações, que esta última só se apresentou vantajosa sobre aquela no solo roxa-misturada praguejada, com uma diferença da ordem de 34%, sendo nos demais até ligeiramente inferior, com diferença para menos variando entre 1 e 10%. A seguir vê-se, ainda, que o sistema de preparo do solo com sulcos feitos apenas ao longo das fileiras das plantas foi o melhor, com diferenças, respectivamente, da ordem de 7 e de 1%, nos solos massapê-salmourão e roxa-legítima limpa, sendo os solos roxa-misturada praguejada e arenito de Bauru os penúltimos em colocações, dentre os seis sistemas estudados, com diferenças para o último colocado, respectivamente, da ordem de 7 e 8%.

Verifica-se, igualmente, que os três sistemas que preparam o solo mais superficialmente, quais sejam o de arado de subsuperfície, o de grade de discos e o de enxada, colocam-se, em geral, em piores classificações com relação aos demais, diferenças pequenas de um para o outro, oscilando tais diferenças entre 10 e 17%. Dentro dessa variação o sistema subsuperfície ocupa duas vezes a posição inferior, uma no solo massapê-salmourão e outra no roxa-misturada praguejada, e duas vezes a posição superior, uma na roxa-legítima limpa e outra no arenito de Bauru. O sistema de enxada ocupa, dentro da mesma faixa, duas vezes a posição superior, uma no massapê-salmourão e outra no arenito de Bauru, uma vez a posição inferior no solo roxa-legítima limpa e uma vez a posição intermediária no solo roxa-misturada praguejada. Finalmente, o sistema grade ocupa uma vez a posição superior no solo roxa-misturada praguejada, uma vez a posição inferior no solo arenito de Bauru, e duas vezes a posição intermediária, uma no solo massapê-salmourão e outra no roxa-legítima limpa.

5.2.3 — PRODUÇÃO DE MILHO NOS DOIS PERÍODOS DE CULTURA

Combinando devidamente os dados obtidos no primeiro e no segundo períodos da cultura de milho, pode-se, com mais precisão, veri-

ficar os efeitos dos seis sistemas de preparo do solo sobre a produção do milho. Tal combinação foi estabelecida pelo sistema de pesos em função do número de anos agrícolas e das repetições em que figuraram os tratamentos. Na figura 8 estão indicados os efeitos gerais em cultura de milho.

As conclusões para a cultura de milho em geral são praticamente aquelas mesmas já enunciadas para o primeiro período da cultura, uma vez que a este cabe um grande peso no conjunto dos dados finais.

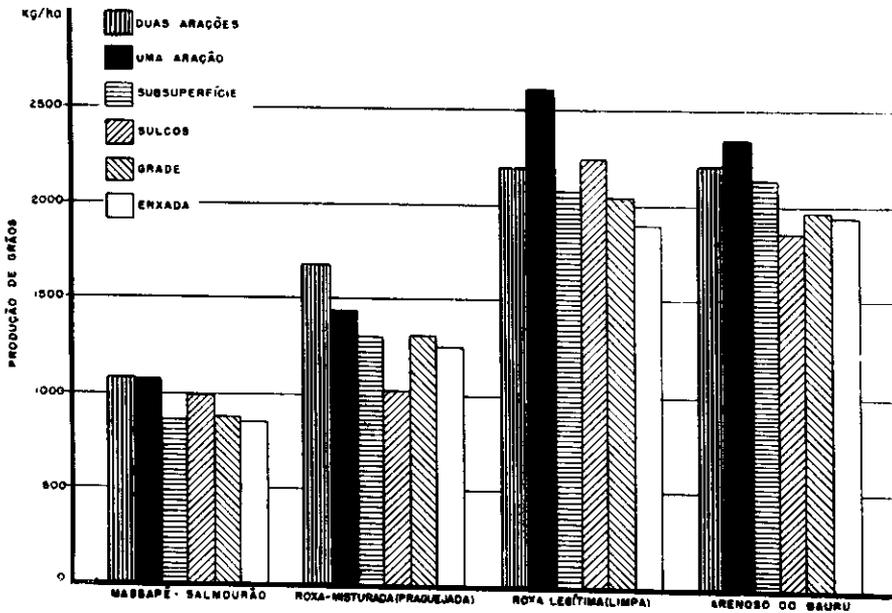


FIGURA 8. — Produção de milho em dois períodos de cultura (média ponderada entre milho contínuo e milho rotação), em quatro tipos de solo, de acordo com o sistema de preparo da terra.

Comparando as produções registradas nos quatro tipos de solo considerados, verifica-se que a roxa-legítima limpa e o arenito de Bauru registraram as maiores produções, colocando-se em posição nitidamente inferior em produtividade, o solo roxa-misturada praguejada e, principalmente, o solo massapé-salmourão.

Verifica-se, igualmente, que as maiores diferenças relativas entre sistemas de preparo do solo foram registradas no solo roxa-misturada praguejada, apresentando uma amplitude total de oscilação de cerca de 45% e que as menores diferenças relativas entre tratamentos foram registradas no solo arenito de Bauru, apresentando uma amplitude total

de oscilação de cerca de 21%. No solo roxa-legítima limpa, tal amplitude total de oscilação entre tratamentos foi da ordem de 28% e no massapê-salmourão, de 23%.

Para a cultura de milho em geral, verifica-se que os sistemas de preparo do solo que utilizam o arado revolvedor comum em operação normal de aração, repetida uma única ou duas vezes, são nitidamente superiores aos demais sistemas.

Observa-se também, que a repetição da aração normal só se apresentou vantajosa no solo roxa-misturada praguejanda e no solo massapê-salmourão, quando o sistema de duas arações produziu mais do que o de uma aração respectivamente em proporções da ordem de 16 e de 2%. Nos demais solos, entretanto, ou seja no roxa-legítima limpa e no arenito de Bauru, a repetição da aração se mostrou desvantajosa. Em tais solos, com efeito, verificam-se diferenças da ordem de 16 e 6%, do sistema de uma aração sobre o de duas arações respectivamente.

Do exame da figura 8, verifica-se que o sistema de preparo do solo com sulcos unicamente ao longo das fileiras de plantas apresentou uma posição relativa bastante variável, em relação aos demais sistemas de preparo do solo, aparecendo como o pior deles em dois tipos de solo e como de vantagem intermediária em dois outros tipos de solo. Foi o pior no solo roxa-misturada, com uma diferença de 16% abaixo do penúltimo, que foi o de enxada, e, também no solo arenito de Bauru, com uma diferença de 3% abaixo do penúltimo colocado, que foi também o sistema de enxada. Apresentou-se o de sulcos como intermediário no solo massapê-salmourão, quando foi inferior apenas aos dois sistemas de aração normal com diferença de 9% abaixo de uma aração, e quando foi superior da ordem de 9% acima do sistema de grade, que foi o próximo colocado abaixo. Apresentou-se, igualmente, intermediário no solo roxa-legítima limpa, quando foi inferior apenas ao de uma aração, com diferença de 14%, e superior ao próprio sistema de duas arações, com diferença pequena, da ordem de 2%.

Os três sistemas de preparo do solo que não se utilizam do arado revolvedor comum, seja em aração contínua, seja em sulcos espaçados, conforme pode ser verificado pelas figuras, são em geral nitidamente inferiores e guardam, entre si, praticamente, a mesma posição relativa em todos os quatro tipos de solo, classificando-se em ordem decrescente de produção em subsuperfície, grade e enxada. A única exceção foi no solo massapê-salmourão, onde a grade se apresentou melhor que o subsuperfície. Entre si, nos quatro tipos de solo, a oscilação das dife-

rencias máximas varia entre 4 e 9% para os três mencionados tratamentos. Com relação ao melhor classificado dêsses três sistemas de preparo do solo, as diferenças abaixo do sistema de uma aração são da ordem de 18, 7, 19 e 9%, respectivamente, para os solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru.

5.2.4 — PRODUÇÃO DE ALGODÃO

Os dados relativos à cultura do algodão compreendem três anos agrícolas no solo massapê-salmourão, dois no solo roxa-misturada praguejada, seis no roxa-legítima limpa, e três no arenito de Bauru, havendo em cada ano agrícola duas repetições para cada sistema de preparo do solo. Nos quadros 3 e 4 e na figura 9, tais dados podem ser examinados.

Com respeito à produção de algodão, verifica-se ser a seguinte a ordem relativa dos quatro solos considerados: massapê-salmourão, roxa-legítima limpa, arenito de Bauru e roxa-misturada praguejada, este último com produções muito baixas.

Do exame da figura 9, verifica-se que no solo massapê-salmourão

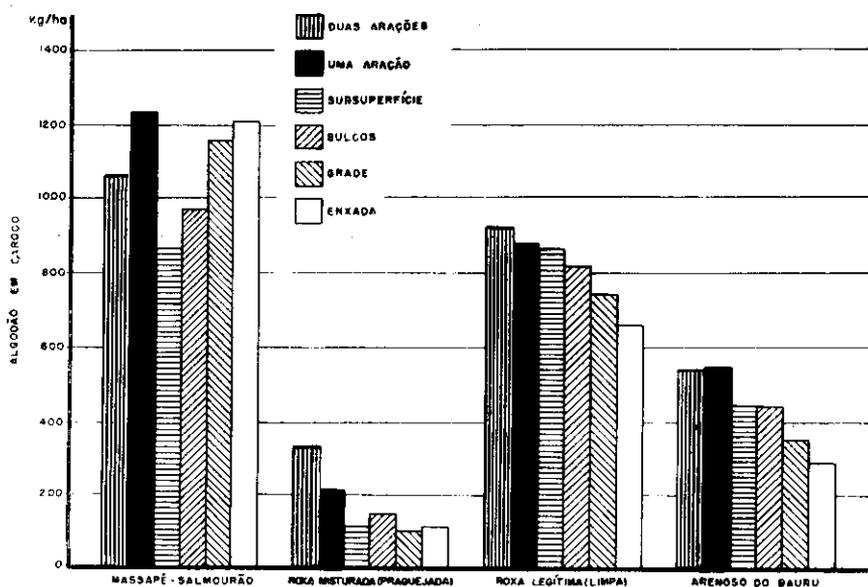


FIGURA 9. — Produção de algodão em caroço, em quatro tipos de solo, de acordo com o sistema de preparo da terra.

a posição relativa dos seis sistemas de preparo do solo é bastante diversa daquela que se verifica nos três outros tipos de solo. Verifica-se, também, a grande variabilidade entre tratamentos no solo roxa-misturada praguejada, variabilidade essa que oscila numa amplitude total da ordem de 105%, enquanto que nos demais tipos de solo é da ordem de 29, 29 e 46%, respectivamente, para os solos massapê-salmourão, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru.

Examinando os quadros e a figura que indicam a produção de algodão, para comparação dos seis sistemas de preparo do solo estudados, verifica-se uma franca superioridade dos sistemas de aração com arado revolvedor comum sobre os demais sistemas de preparo do solo.

Verifica-se, igualmente, uma nítida vantagem, com diferença da ordem de 54%, do sistema de duas arações sobre o de uma aração no solo roxa-misturada praguejada. No solo massapê-salmourão, da mesma forma como aconteceu para o milho no segundo período da cultura, o sistema de duas arações foi nitidamente inferior ao de uma única aração, neste caso com uma diferença da ordem de 14%. Nos solos roxa-legítima limpa e arenito de Bauru, praticamente não há diferença entre uma e duas arações.

Verifica-se, também, uma grande variabilidade na posição relativa de um solo para outro entre os demais sistemas de preparo do solo, principalmente nos solos massapê-salmourão e roxa-misturada praguejada. O sistema de enxada, por exemplo, que nos solos roxa-legítima limpa e arenito de Bauru apresenta-se colocado em último lugar em relação aos demais tratamentos, com diferenças, respectivamente, da ordem de 25 e de 46% abaixo do sistema de uma aração, no solo roxa-misturada praguejada apresenta-se em penúltimo lugar, com uma diferença da ordem de 4% abaixo do sistema de uma aração; já no solo massapê-salmourão apresenta-se colocado em segundo lugar, abaixo apenas do sistema de uma aração, com uma diferença de apenas 1%.

5.2.5 — PRODUÇÃO DE SOJA

Para a cultura de soja os dados de produção compreendem três anos agrícolas no solo massapê-salmourão, quatro no solo roxa-misturada praguejada, seis no solo roxa-legítima limpa, e quatro no solo arenito de Bauru. Tais dados são apresentados nos quadros 3 e 4 e na figura 10.

Por tais dados verifica-se que as melhores produções de soja foram assinaladas no solo roxa-legítima limpa e as piores nos solos arenito de Bauru e roxa-misturada praguejada, colocando-se o solo massapê-salmourão em posição intermediária.

Verifica-se que, de maneira geral, na cultura da soja são muito pequenas as diferenças entre os sistemas de preparo do solo, indicando a pequena importância em ser escolhido um ou outro sistema de preparar o solo.

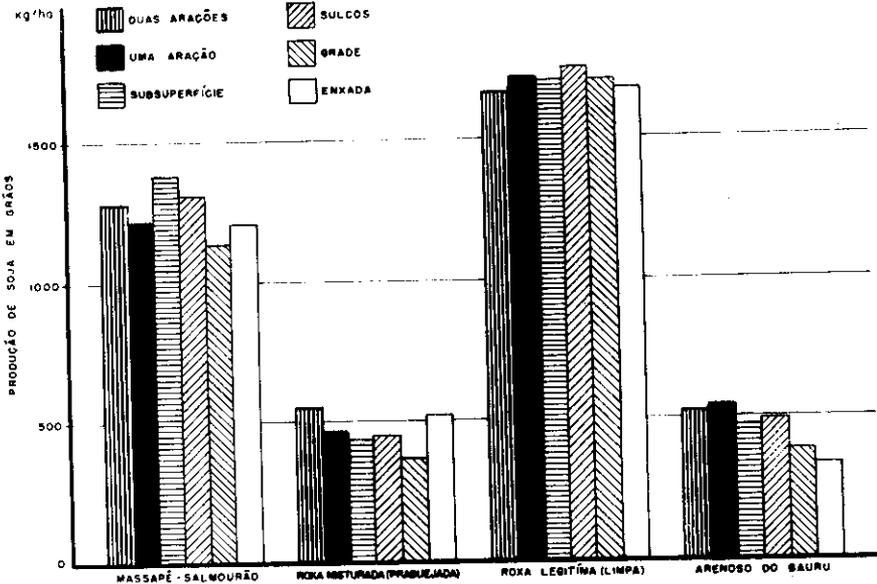


FIGURA 10. — Produção de soja em grãos, em quatro tipos de solo, de acordo com o sistema de preparo da terra.

As maiores diferenças entre sistemas de preparo do solo foram registradas no solo roxa-misturada praguejada, com uma amplitude de oscilação total da ordem de 36%. No solo massapê-salmourão a amplitude de oscilação total foi de 15%, e no solo roxa-legítima limpa foi de apenas 6%.

A posição relativa dos sistemas de preparo do solo não se apresentou firme de um tipo de solo para o outro. De modo geral, entretanto, pode-se verificar uma pequena vantagem dos sistemas de aração normal sobre os demais. Verifica-se, igualmente, uma desvantagem geral para o sistema de grade em relação aos demais.

Quadro 4. — Dados relativos, tomando a produção do tratamento de uma aração como 100, obtidos em várias culturas e tipos de solo para os diferentes sistemas de preparo

Culturas	Tipos de solo	Tratamentos					
		Duas arações	Subsuperfície	Sulcos	Grade	Enxada	
Milho contínuo (1.º período)	Massapé-Salmourão	104	80	89	81	76	
	Roxa M. Praguejada	113	95	73	94	91	
	Roxa L. Limpa	81	77	82	74	69	
	Arenito Bauru	93	94	79	89	83	
	Média	98	87	81	85	80	
Milho rotação (2.º período)	Massapé-Salmourão	90	75	107	85	92	
	Roxa M. Praguejada	134	55	61	72	66	
	Roxa L. Limpa	95	94	101	93	84	
	Arenito Bauru	99	80	78	70	80	
	Média	104	78	87	81	80	
Milho média (*)	Massapé-Salmourão	102	79	91	82	78	
	Roxa M. Praguejada	116	93	71	90	87	
	Roxa L. Limpa	84	81	86	78	72	
	Arenito Bauru	94	91	79	85	82	
	Média	99	86	82	84	80	

(*) Médias ponderadas na base do número de anos agrícolas e das repetições que contribuíram.

QUADRO 4. — (continuação)

Culturas	Tipos de solo	Tratamentos			
		Duas arações	Subsuperfície	Sulcos	Grade
Algodão rotação	Massapé-Salmourão	86	71	79	94
	Roxa M. Praguejada	154	53	68	49
	Roxa L. Limpa	104	98	93	84
	Arenito Bauru	99	82	81	64
	Média	106	82	84	77
Soja rotação	Massapé-Salmourão	105	106	108	93
	Roxa M. Praguejada	118	93	95	74
	Roxa L. Limpa	94	98	100	98
	Arenito Bauru	95	87	92	73
	Média	102	96	99	86
Rotação média (*)	Massapé-Salmourão	94	85	98	91
	Roxa M. Praguejada	132	70	74	68
	Roxa L. Limpa	98	97	98	92
	Arenito Bauru	98	83	83	69
	Média	103	86	90	81
Milho contínuo e culturas em rotação média (*)	Massapé-Salmourão	101	82	92	84
	Roxa M. Praguejada	119	87	73	86
	Roxa L. Limpa	89	83	89	82
	Arenito Bauru	96	90	80	82
	Média	100	85	84	83

(*) Médias ponderadas na base do número de anos agrícolas e das repetições que contribuíram.

5.2.6 — PRODUÇÃO DE MILHO, ALGODÃO E SOJA NAS CULTURAS EM ROTAÇÃO

O segundo período do ensaio de produção, utilizando-se das culturas de milho, algodão e soja numa rotação trienal e ocupando cada uma das culturas um terço parte do ensaio em cada ano agrícola, serviu especialmente para evidenciar o comportamento dos seis sistemas de preparo do solo em três das mais importantes culturas anuais, como também para salientar o efeito da rotação de culturas em comparação com o plantio continuado do milho feito no primeiro período do ensaio. Tais comparações podem ser feitas examinando-se os quadros 3 e 4 e as figuras 11, 12, 13 e 14.

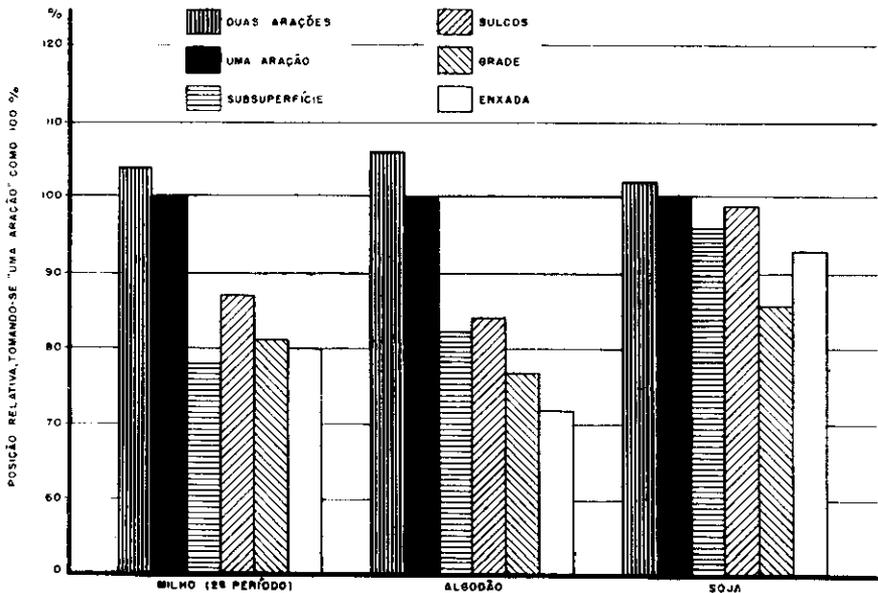


FIGURA 11. — Comparação percentual da produção de milho, algodão e soja nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Especialmente na figura 11 pode-se verificar a diferença de comportamento das três culturas em rotação (milho, algodão e soja), sob diferentes sistemas de preparo do solo. Conclui-se que é da maior importância a escolha do sistema de preparo do solo para a cultura do algodão, seguida de perto pela do milho, sendo pequena a importância de tal escolha no caso da cultura da soja.

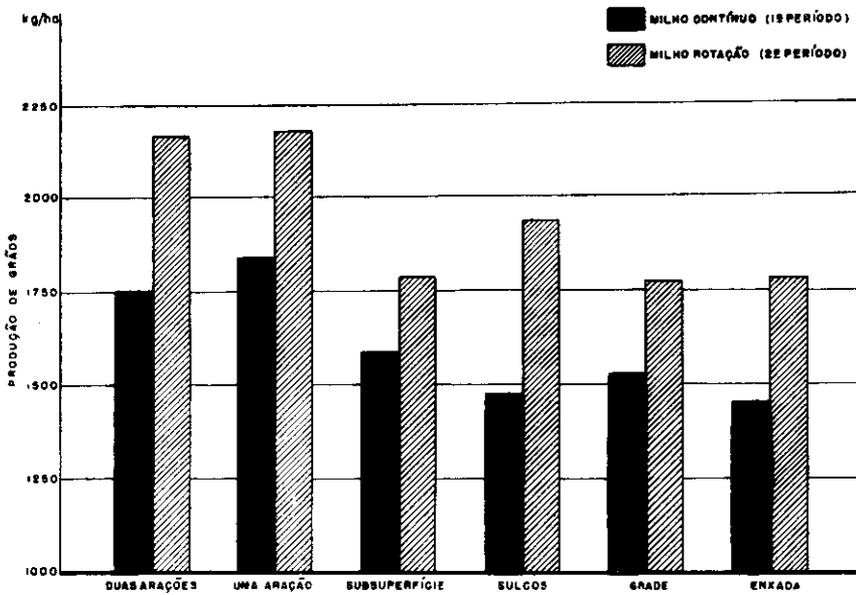


FIGURA 12. — Produção de milho no plantio contínuo e no plantio em rotação, de acôrdo com o sistema de preparo do solo, em dois diferentes períodos e em média de quatro tipos de solo.

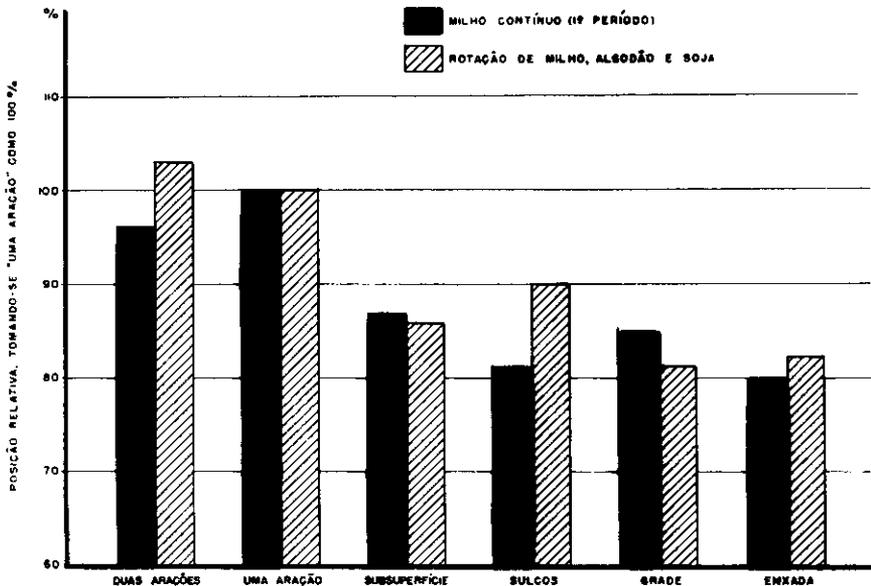


FIGURA 13. — Comparação percentual das produções nos períodos de milho contínuo e de rotação milho, algodão e soja.

Na figura 12 comparam-se as produções de milho no plantio continuado e no plantio em rotação com algodão e soja. Verifica-se um acréscimo de cerca de 21% do plantio em rotação sobre o plantio contínuo, sendo que o comportamento relativo dos seis sistemas de preparo do solo estudados é praticamente o mesmo nos dois tipos de plantio. As diferenças mais sensíveis nesse particular são as melhores classificações relativas registradas no plantio em rotação pelos sistemas de duas arações, de sulcos e de enxada, com relação àquelas assinaladas no plantio contínuo. Tais diferenças, aliás, podem ser melhor identificadas na figura 13.

Na figura 14 podem ser verificados os efeitos dos seis sistemas de preparo da terra em quatro tipos de solo nas três culturas em rotação, reunidas numa base de diferenças percentuais de produção. Verifica-se, com relação aos tipos de solo, que as mais acentuadas diferenças quanto ao sistema de preparo da terra se registram no solo roxa-misturada praguejada, com uma amplitude total de oscilação da ordem de 64%, seguindo-se o solo arenito do Bauru com 32% e os massapês-salmourão e roxa-legítima limpa, ambos com apenas 15% de oscilação total entre as produções dos seis sistemas de preparo do solo.

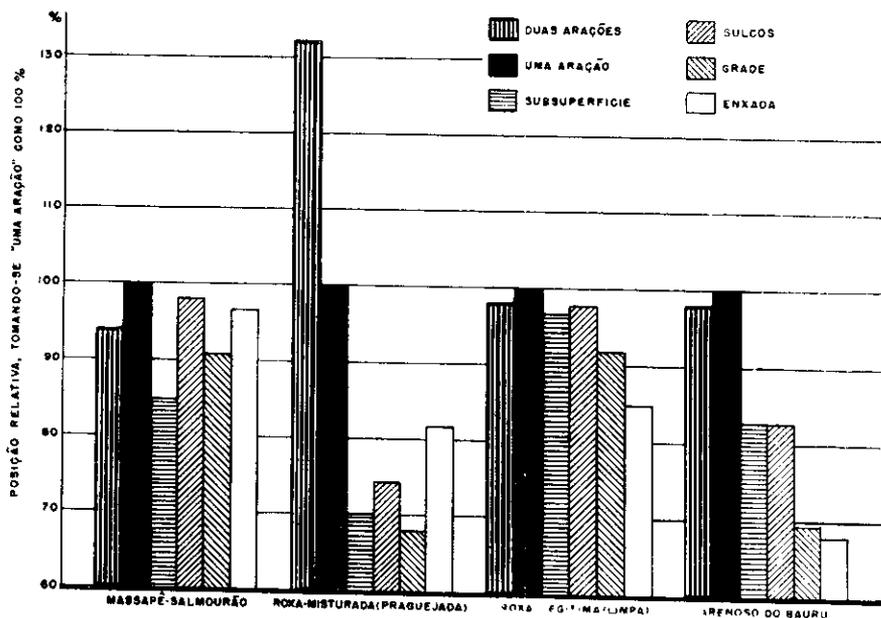


FIGURA 14. — Comparação percentual da produção de milho, algodão e soja, em rotação de culturas, em quatro tipos de solo e de acordo com o sistema de preparo da terra (média ponderada do 2.º período).

Com relação aos sistemas de preparo do solo verifica-se a sensível vantagem dos sistemas que utilizam o arado comum em operação de aração normal. E segundo lugar verifica-se a considerável vantagem em arar duas vezes em lugar de uma só vez, no caso do solo muito praguejado de ervas daninhas, como foi o do solo roxa-misturada praguejada, quando se registrou uma diferença da ordem de 32% entre os dois sistemas. Verifica-se, igualmente, a acentuada diferença da ordem de 18% entre o sistema de uma única aração sobre o imediatamente abaixo, que foi o de enxada. Tal diferença, aliás, praticamente se repete no solo arenito do Bauru, onde uma aração se distancia por uma diferença da ordem de 17%, sobre os próximos colocados que são o subsuperfície e o sulcos.

5.2.7 — PRODUÇÃO NA CULTURA DE MILHO CONTÍNUO E NAS CULTURAS DE MILHO, ALGODÃO E SOJA EM ROTAÇÃO

Para uma conclusão final e conjunta das várias culturas e dos vários tipos de plantio utilizados, foram os dados de produção reduzidos a uma base porcentual tomando-se o sistema de «uma aração» como 100%, ponderando-se devidamente os resultados de acordo com o número de anos agrícolas e de repetições abrangidas. No quadro 4 e na figura 15 são apresentados os resultados médios comparativos registrados durante a cultura de milho contínuo e as culturas de milho, algodão e soja, em rotação.

De tais dados médios gerais verifica-se, em primeiro lugar, a grande diferença entre as produções nos seis diferentes sistemas de preparo do solo que se registram no solo do tipo roxa-misturada praguejada, evidenciando que, especialmente nos solos muito praguejados de ervas daninhas, é mais importante a escolha do sistema de preparo do solo. Neste tipo de solo, com efeito, a oscilação total das produções registrou uma amplitude da ordem de 46%. Nos demais tipos de solo as oscilações totais nas produções dos seis sistemas de preparo da terra são da ordem de 23, 21 e 19%, respectivamente para os solos arenito de Bauru, roxa-legítima limpa e massapê-salmourão.

Com respeito aos sistemas de preparo do solo pode-se verificar, do exame dos dados obtidos, a nítida vantagem que os sistemas de uma e de duas araões apresentam sobre os demais de preparo do solo, evidenciando, dessa forma a primazia do arado revolvedor comum, em

operação de aração normal em relação a sistemas de trabalho superficial ou parcial do solo.

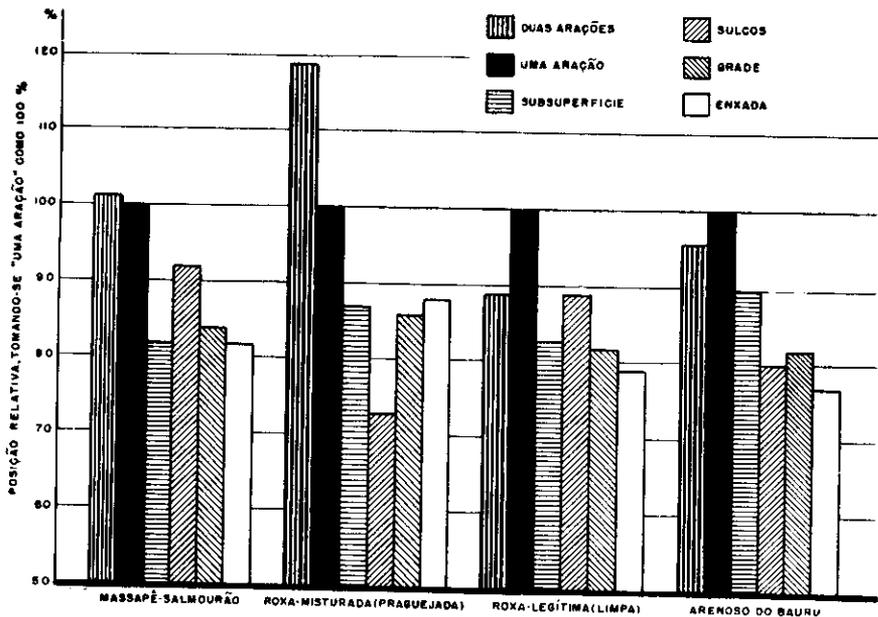


FIGURA 15. — Comparação percentual das produções de milho, algodão e soja, em quatro tipos de solo e de acordo com o sistema de preparo da terra (média ponderada entre milho contínuo e culturas em rotação).

Tomando-se uma média entre as produções percentuais registradas para o sistema de duas e de uma aração, e outra para os quatro sistemas de preparo do solo, verifica-se serem para os solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru, respectivamente da ordem de 16, 17, 12 e 16% as diferenças em favor do arado revolvedor comum, em trabalho de aração normal, com relação aos sistemas de preparo superficial ou parcial do solo. Em média, pois, foi de cerca de 15% a vantagem a favor do arado.

Individualmente, a comparação entre os seis sistemas de preparo do solo estudados também pode ser verificada na figura 15.

A posição relativa média para os seis sistemas de preparo da terra, nos quatro tipos de solo considerados, indica, em primeiro lugar, com uma média de 100%, os sistemas de duas arações e de uma aração, em segundo lugar o sistema de subsuperfície com 85%, em terceiro lugar o sistema de sulcos com 84%, em quarto lugar o sistema de grade

com 83%, e, finalmente, em último lugar, o sistema de enxada, com 81%.

Comparando-se o sistema de duas arações com o de uma aração, verifica-se que o primeiro só foi significativamente mais produtivo, com uma diferença da ordem de 19%, no solo roxa-misturada praguejada e apenas mais ligeiramente produtivo, com uma diferença de apenas 1%, no solo massapê-salmourão, sendo que nos solos arenito de Bauru e principalmente no roxa-legítima limpa, foi sensivelmente menos produtivo, com diferenças para menos da ordem, respectivamente, de 4 e 11%.

A conclusão que se pode tirar de tal efeito do número de arações é a de que apenas a grande infestação de ervas daninhas justifica, economicamente, a repetição da aração, e que, nos terrenos normalmente soltos como são os do tipo arenito e roxa e que não se encontram muito praguejados de ervas daninhas, a repetição da aração com arado revolvedor comum é até prejudicial à produção. Talvez essa menor produção no sistema de duas arações se possa explicar pelo fato de ser, na segunda aração, praticamente desfeita a reversão da leiva de terra realizada pela primeira aração, devolvendo, assim, à superfície, os restos de cultura que haviam sido enterrados e, conseqüentemente, dificultando a sua incorporação ao solo e a sua decomposição.

A explicação da conveniência de enterrar e incorporar ao solo os restos de cultura, que parece poder justificar a desvantagem que, do ponto de vista da produção, a repetição da aração apresenta sobre uma única aração, é aparentemente reforçada pela colocação do sistema de aração de subsuperfície com relação ao sistema de aração normal com arado revolvedor de aiveca completa. Realmente, do exame da figura 15 verificam-se diferenças a menos para o sistema de subsuperfície, da ordem de 18, 13, 17 e 10%, respectivamente para os solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru. No sistema de preparo do solo com arado de subsuperfície o solo é desagregado sem que os restos de cultura sejam enterrados. Contrariamente, no sistema de uma aração com arado revolvedor comum, os restos de cultura são integralmente incorporados ao solo, aí parecendo residir a explicação de sua vantagem.

O sistema de preparo do solo por sulcos localizados apenas ao longo das fileiras das plantas apresenta resultados bastante variáveis em relação aos demais sistemas de preparo do solo estudados. Com efeito, nos solos massapê-salmourão e roxa-legítima limpa coloca-se

imediatamente abaixo dos sistemas de duas arações e de uma aração, deixando abaixo todos os demais; no solo arenito de Bauru coloca-se em penúltimo lugar, seguido apenas pelo sistema de enxada, e, finalmente, no solo roxa-misturada praguejada, coloca-se em último lugar, bastante distante das demais. Com relação ao sistema de uma aração, o de sulcos se distancia por diferenças da ordem de 8, 27, 11 e 20%, respectivamente, nos solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru. Aparentemente há uma relação entre as vantagens do sistema de sulcos e o praguejamento por ervas daninhas do solo. Parece que quanto mais praguejado fôr o solo, menos vantajoso se apresenta o sistema de prepará-lo apenas ao longo das fileiras de plantas.

O sistema de grade de discos apresenta posição relativa acentuadamente constante em relação aos demais e, sobretudo, ao sistema de uma aração. As diferenças abaixo dêsse, com efeito, são, da ordem de 16, 14, 18 e 18%, respectivamente, nos solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru.

O sistema de enxada é, de maneira geral, o pior entre os seis de preparo do solo estudados, apresentando-se, também, em posição relativa acentuadamente constante em relação aos demais. As diferenças para menos na produção que apresenta em relação ao sistema de uma aração, são da ordem de 18, 12 e 23%, respectivamente, nos solos massapê-salmourão, roxa-misturada praguejada, roxa-legítima limpa e arenito de Bauru.

5.3.1 — O PREPARO DO SOLO E OS RESÍDUOS DE CULTURA

O efeito dos seis sistemas de preparo da terra sôbre a quantidade de restos de cultura deixados sôbre o solo foi determinado apenas para a cultura de milho. Os dados obtidos são apresentados nas figuras 16 e 17.

De maneira geral, a comparação proporcionada entre os tipos de solo e os sistemas de preparo do solo é a mesma que se registrou para a produção de grãos.

Com respeito aos tipos de solo verifica-se, especialmente segundo a figura 16, que as melhores produções de massa de restos de cultura se verificaram no solo roxa-legítima limpa, seguido de perto pelo solo arenito de Bauru e um pouco mais abaixo pelo solo massapê-salmourão, fi-

cando o solo roxa-misturada praguejada em posição bem inferior a todos.

Observa-se, igualmente, pelo exame da figura 17 e também da 16, encontrarem-se as maiores diferenças entre sistemas de preparo da terra no solo roxa-misturada praguejada, com oscilações totais de produção da ordem de 41%. Em seguida encontram-se os solos massapê-salmourão e arenito de Bauru, com oscilações totais da ordem, respectivamente, de 25 e 21%, e, finalmente, em último lugar, o solo roxa-legítima limpa com oscilações totais de produção de restos de cultura da ordem de apenas 10%.

A comparação dos seis sistemas de preparo do solo, evidenciada especialmente na figura 17, indica claramente a vantagem dos sistemas de aração com arado revolvedor comum sobre os demais, com pequena vantagem do sistema de uma aração sobre o de duas arações. Dentre os sistemas de subsuperfície, sulcos, grade e enxada não se observam grandes diferenças, colocando-se, entretanto, em primeiro lugar o subsuperfície e, em último, o grade.

5.4 — O PREPARO DO SOLO E A MÃO-DE-OBRA DESPENDIDA

Um dos objetivos visados no preparo do solo para o plantio é a eliminação de mato e de suas sementeiras, de molde a ser simplificado e facilitado o trato das culturas e, especialmente, as operações de cultivo. Um solo mal preparado acarreta, quase sempre, maior trabalho em capinas, encarecendo, conseqüentemente, a cultura pela maior quantidade de mão-de-obra e de serviços mecânicos requeridos para limpeza das ervas daninhas.

No presente estudo foi determinado na cultura de milho, o gasto de serviços braçais, ou seja, de mão-de-obra, não só no próprio preparo do solo como também nos cultivos subseqüentes que se fizeram necessários para manter limpa a cultura.

No tocante ao preparo do solo, a mão-de-obra despendida é apresentada na figura 19. Verifica-se, pelos dados obtidos, que o gasto de serviço no preparo do solo no sistema de enxada é bastante grande em relação aos demais, com diferenças da ordem de três vezes mais em geral, e, também, que no sistema de duas arações é ligeiramente superior ao do de uma aração, com diferença da ordem da terça parte a mais.

A diferença assinalada entre o preparo do solo com enxada e os demais sistemas dá, aproximadamente, a medida da comparação entre o

trabalho manual e o mecânico, na preparação da terra para o plantio, no tocante a «serviços» gastos. Para uma comparação de custo, haverá, evidentemente, que se acrescentar a êsse gasto em mão-de-obra também o gasto com as máquinas aratórias empregadas, seja o arado revolvidor comum, seja o arado de subsuperfície ou a grade de discos.

Examinando a figura 18 pode-se ter uma idéia do grau de infestação em ervas daninhas que cada um dos quatro tipos de solos apresentou durante o ensaio, desde que se considere como homogênea a qualidade da mão-de-obra empregada em cada uma das estações experimentais e, também, o critério adotado para o seu contrôlo. Evidentemente, pode-se afirmar que, tanto maior a infestação em ervas daninhas de um terreno, tanto maior é a quantidade de «serviços» despendidos para sua limpeza.

O que se conclui, assim, pelo número de «serviços» gastos nos cultivos, é que o solo roxa-misturada se apresenta consideravelmente mais praguejado que os outros três tipos de solo, requerendo, para cultivo de um hectare, entre 62 e 80 «serviços», de acordo com o sistema de preparo do solo adotado. Os demais tipos de solo apresentam um praguejamento bem menor de ervas daninhas, com necessidades em

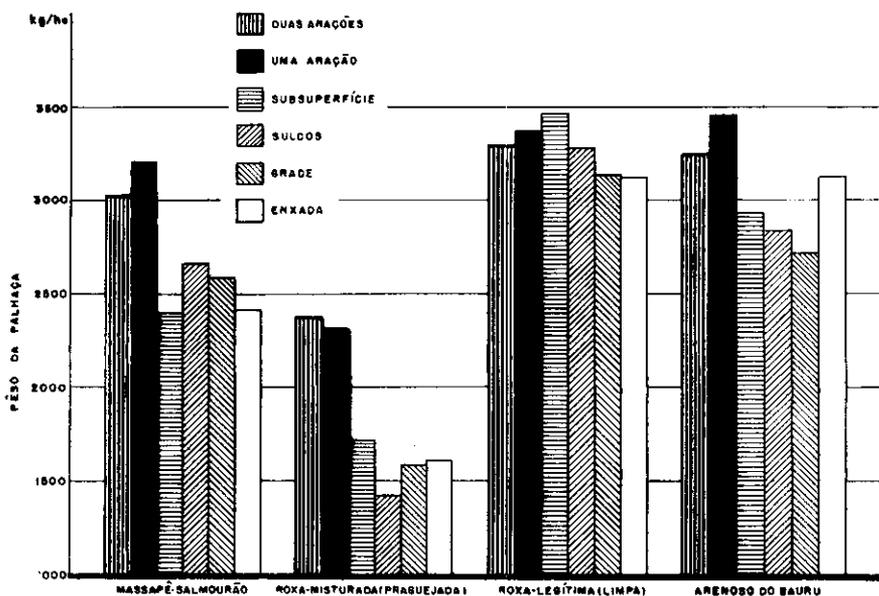


FIGURA 16. — Peso da palhaça de milho, em quatro tipos de solo e de acordo com o sistema de preparo da terra (período de 1944/45 a 1956/57).

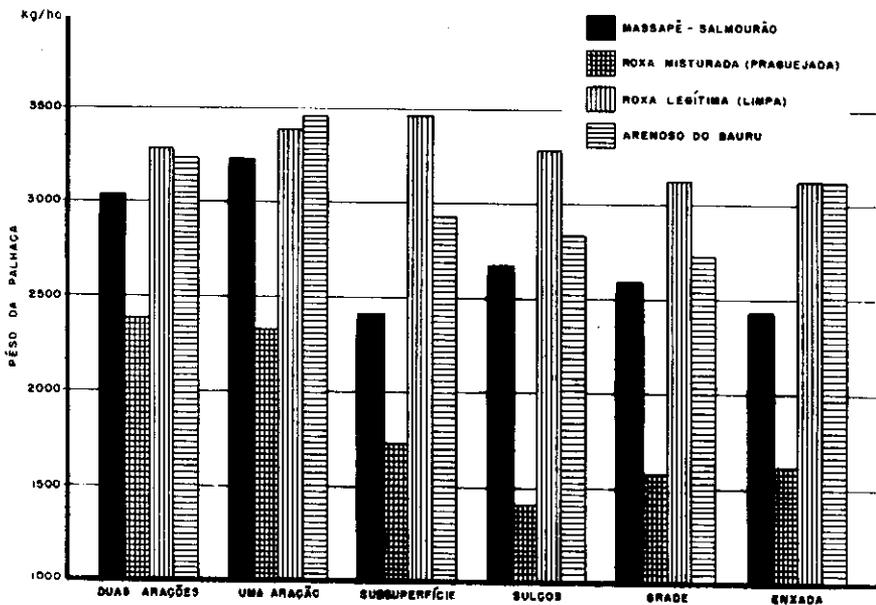


FIGURA 17. — Pêso da palhaça de milho, em seis sistemas de preparo da terra e de acôrdo com o tipo de solo (período de 1944/45 a 1956/1957).

«serviços» por hectare, para os cultivos necessários, em média da ordem de 34, 28 e 16, respectivamente, para os solos roxa-legítima limpa, arenito de Bauru e massapê-salmourão.

Comparando a mão-de-obra despendida no preparo do solo e a nos cultivos, conforme ilustra a figura 19, verifica-se uma predominância dos cultivos sôbre o preparo do solo, com diferenças que vão desde cêrca de duas vêzes mais para o sistema de preparo com enxada, até diferenças da ordem de quatro vêzes mais para o sistema de duas arações, um pouco superiores a cinco vêzes mais para os sistemas de subsuperfície, sulcos e grade.

A quantidade de mão-de-obra despendida no cultivo para os diferentes sistemas de preparo do solo fornece uma indicação da eficiência de cada um dos sistemas de preparo do solo, no concernente ao contrôlle de ervas daninhas.

De acôrdo com as figuras 18 e 19, verifica-se serem os sistemas de preparo do solo com o arado revolvedor comum, em operação normal de duas ou de uma aração, nitidamente superiores aos demais sistemas de preparo do solo, do ponto de vista de contrôlle das ervas da-

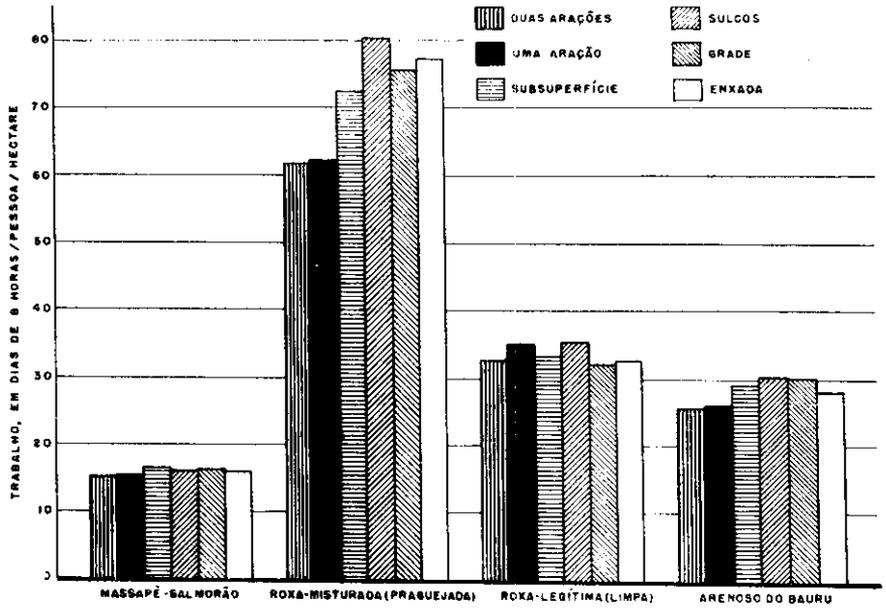


FIGURA 18. — Comparação do trabalho despendido nas operações de cultivo, nos quatro tipos de solo e de acôrdo com o sistema de preparo da terra em cultura de milho.

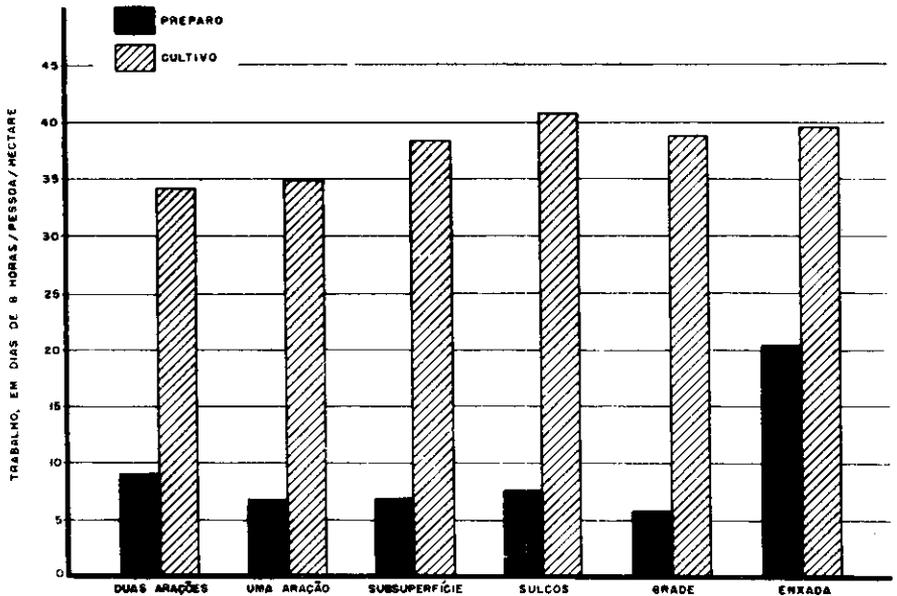


FIGURA 19. — Comparação do trabalho despendido nas operações de preparo e cultivo do solo, de acôrdo com o sistema de preparo da terra, em cultura de milho.

ninhas, requerendo número sensivelmente inferior de «serviços» nos cultivos necessários para manter limpo o terreno. Observa-se, também, ligeira superioridade, da ordem de cêrca de 2%, do sistema de duas arações sôbre o de uma aração, neste particular. Na média dos quatro tipos de solo constata-se que, enquanto os sistemas de aração exigiram, em média, cêrca de 34,5 «serviços» por hectare de cultivos, os demais quatro sistemas de preparo do solo exigiram, em média, cêrca de 39,2 «serviços» por hectare em cultivo, ou seja, um acréscimo da ordem de 14%. O sistema de subsuperfície apresenta um índice de infestação intermediário, com um acréscimo de «serviços» por hectare superior ao sistema de uma aração, da ordem de 9%. Em seguida aparece o sistema de grade, com um acréscimo da ordem de 11%, acompanhado do sistema de enxada, com um acréscimo da ordem de 13%, e, finalmente, o sistema de sulcos que foi o que apresentou o maior índice de praguejamento, registrando um acréscimo em «serviços» por hectare, da ordem de 17% sôbre o sistema de uma aração.

Essa diferença nos índices de praguejamento do terreno, de acôrdo com o sistema de preparo do solo adotado, apresentou-se mais acentuada ainda no solo roxa-misturada praguejada, onde, em vista da maior infestação de ervas daninhas, maiores haverem sido os efeitos de despraguejamento resultantes de cada um dos seis sistemas de preparo do solo estudados, conforme se pode verificar na figura 18. Tomando por base o sistema de uma aração, verifica-se que no caso do solo roxa-misturada praguejada, o sistema de duas arações melhorou o índice de praguejamento do terreno, de uma ligeira diferença da ordem de apenas cêrca de 1%, enquanto que os sistemas subsuperfície, grade, enxada e sulcos, pioraram o referido índices, apresentando terrenos mais praguejados que no sistema de uma aração, da ordem, respectivamente, de 17, 22, 25 e 29%.

No solo arenito de Bauru, embora os índices de praguejamento geral, na base do número de «serviços» por hectare necessários nos cultivos, apresentem-se ligeiramente inferiores àqueles registrados no solo roxa-legítima limpa, constata-se uma diferença bem mais acentuada entre sistemas de preparo do solo. Em tal solo verifica-se que os sistemas de enxada, subsuperfície, grade e sulcos apresentam sôbre os sistemas duas arações e uma aração, um acréscimo médio da ordem de 14% no número de «serviços» por hectare necessários para manter limpo o terreno. Tal fato parece indicar um praguejamento por ervas daninhas mais nocivo no solo arenito de Bauru do que no solo roxa-legíti-

ma limpa, embora neste último, talvez por uma diferença de qualidade da mão-de-obra, ou de critério de seu controle, a quantidade de «serviços» por hectare necessários para manter limpo o terreno seja superior àquela registrada para o solo arenito de Bauru. Essa conclusão, aliás, é reforçada pelo fato de, segundo indicam o quadro 4 e a figura 15 relativos aos dados médios de produção registrados nas várias culturas e nos vários períodos abrangidos pelo ensaio, haver sido o solo arenito de Bauru aquele que, em seguida ao solo roxa-misturada praguejada, maior amplitude de oscilação apresentou entre as produções registradas para os diferentes sistemas de preparo do solo, assinalando, assim, efeitos dos mais sensíveis entre os sistemas de preparar o terreno para o plantio.

5.5 — O PREPARO DO SOLO E A EROSÃO

Para a conservação do solo e da água, têm grande importância o sistema e a intensidade do trabalho mecânico com que é preparada a terra para o plantio.

Durante 13 anos de observações, a Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico, determinou as perdas de terra e de água por

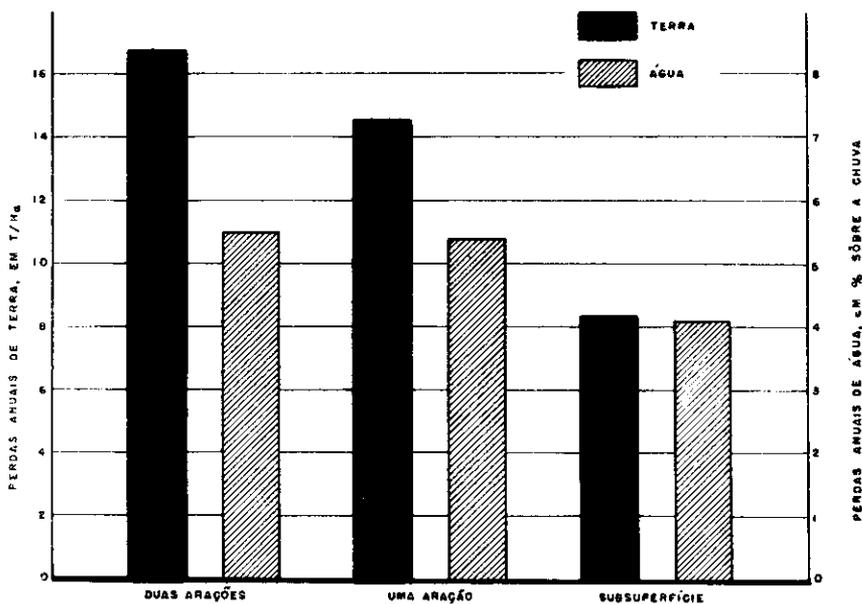


FIGURA 20. — Comparação das perdas de terra e água por erosão, em três dos seis sistemas de preparo do solo estudados, em solo arenoso do Bauru, cultivado com milho, no período de 1944/45 a 1956/57, e tomando como base uma precipitação anual média de 1 117 mm.

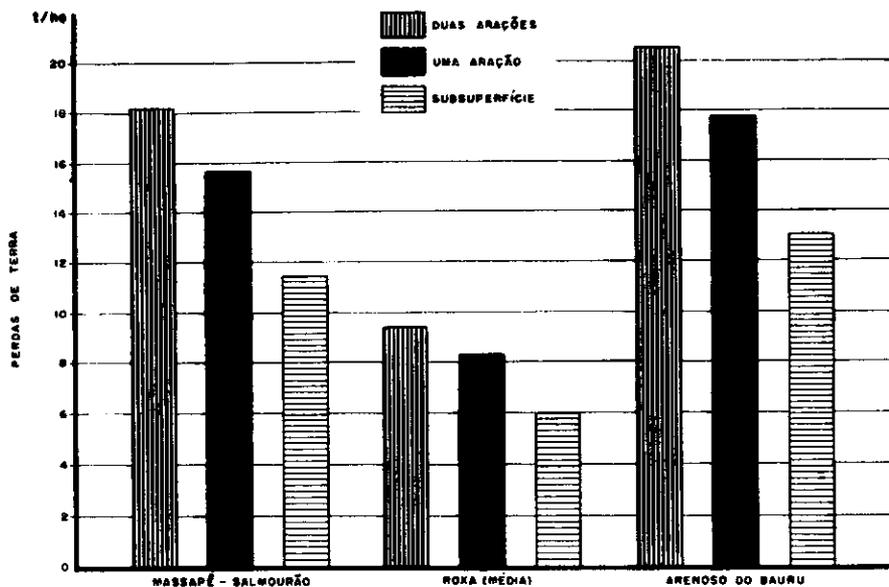


FIGURA 21. — Comparação das perdas de terra por erosão em três dos seis sistemas de preparo do solo estudados, com culturas anuais, de acordo com os três tipos de solo do Estado de São Paulo, na base de uma precipitação média anual de 1 300 mm.

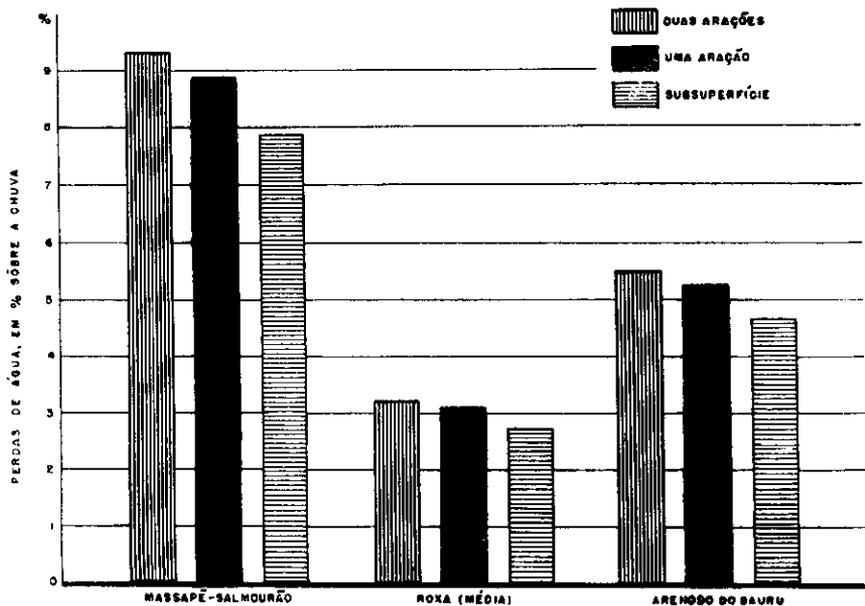


FIGURA 22. — Comparação das perdas de água por erosão em três dos seis sistemas de preparo do solo estudados, com culturas anuais, de acordo com os três principais tipos de solo do Estado de São Paulo, na base de uma precipitação média de 1 300 mm.

erosão em três sistemas de preparo do solo, na Estação Experimental de Pindorama, em solo tipo arenito de Bauru, verificando ser bastante significativa as diferenças entre os três sistemas de preparo do solo, com respeito à erosão (figuras 20, 21 e 22).

Na figura 20 são apresentados os dados obtidos diretamente no solo arenito de Bauru, com declividade aproximada de 11% e cultivado com milho no período de 1944/45 a 1956/57, tomando como base uma precipitação anual média de 1 117 milímetros.

De acôrdo com tais dados, verifica-se ser o arado comum de aiveca revolvedora responsável por um grande aumento nas perdas por erosão, com relação ao arado de subsuperfície, que trabalha a terra sem revolvê-la e sem enterrar os restos de cultura deixados na superfície.

Enquanto o arado de subsuperfície, passado uma vez fêz perder em média 8,3 toneladas de terra por hectare e por ano, e 4,1% de água de chuva caída, o arado comum de aiveca revolvedora passado também uma única vez, fêz perder em média, 14,5 toneladas de terra por hectare e por ano, e 5,4% da água de chuva caída. Provocou, dessa forma, o arado comum, um aumento nas perdas por erosão da ordem de 74%, do ponto de vista da terra arrastada, e de 32% da água escorrida. Tal acréscimo nas perdas por erosão se explica principalmente pelo enterrio mais completo dos restos de cultura deixados na superfície, e também pelo maior quebramento da estrutura do solo.

Verifica-se, igualmente, pelo exame da figura 20, o sensível efeito que a intensificação do preparo do solo acarreta sôbre as perdas de terra por erosão. Com efeito, comparando-se os dois sistemas de preparo do solo que utilizam o arado revolvedor comum, verifica-se que, enquanto uma única aração fêz perder a média anual de 14,5 toneladas de terra por hectare, duas arações fizeram perder média anual de 16,7 t/ha representando, assim, um acréscimo da ordem de 15% nas perdas de solo por erosão.

Por outro lado, com respeito às perdas de água por erosão, verifica-se um ligeiro acréscimo como resultado da intensificação do preparo do solo. Enquanto com uma aração as perdas médias anuais de água foram de 5,4% da chuva caída, com duas arações as perdas foram de 5,5% da chuva caída, representando, assim, tal diferença, um acréscimo da ordem de 2% nas perdas de água.

Nas figuras 21 e 22 os dados diretamente obtidos no solo arenito de Bauru são estendidos, proporcionalmente às perdas médias registradas em condições típicas, para os outros dois principais tipos de solo do Estado de São Paulo, que são o massapê-salmourão do Arqueano, e a roxa-média do Triássico.

A proporção entre os sistemas de preparo do solo é, evidentemente, a mesma registrada unicamente para o solo do tipo arenito de Bauru.

Tais dados evidenciam, especialmente, as diferenças entre tipos de solo, mostrando que do ponto de vista das perdas de terra por erosão, salientou-se, em primeiro lugar, o solo tipo arenito de Bauru, seguido de perto pelo massapê-salmourão e colocando-se em último lugar o solo roxa-média. Do ponto de vista das perdas de água, destaca-se, em primeiro lugar, o solo massapê-salmourão, em posição intermediária o solo arenito de Bauru e, finalmente, em último lugar, o solo roxa-média.

Com respeito à produção de milho (quadro 5) nos talhões munidos de sistemas coletores para medida das perdas por erosão nos três sistemas de preparo do solo considerados, verificam-se guardar idêntica proporção relativa àquela registrada para o mesmo tipo de solo arenito de Bauru, nos ensaios especiais para determinação do efeito na produção. Com efeito, constata-se que, em relação ao sistema de uma aração com arado revolvedor normal, o de duas arações com o mesmo arado, provocou um decréscimo de produção da ordem de 4%, e o sistema de aração com arado de subsuperfície reduziu a produção da ordem de 13%.

QUADRO 5. — Efeito de alguns sistemas de preparo do solo sobre as perdas de terra e água por erosão em solo arenito de Bauru, cultivado com milho, na Estação Experimental de Pindorama, no período de 1944/45 a 1956/57, tomando-se como base uma precipitação anual média de 1 117 mm.

Tratamentos	Perdas de terra	Perdas de água em porcentagem sobre a chuva	Produção de milho
	<i>t/ha</i>	<i>%</i>	<i>kg/ha</i>
Duas arações	16,7	5,5	1 915
Uma aração	14,5	5,4	1 992
Subsuperfície	8,3	4,1	1 734

6 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os dados obtidos, tanto nos ensaios para determinação dos efeitos sôbre a produção como no experimento para determinação das perdas por erosão, vieram, de maneira geral, confirmar a utilidade do arado revolvedor convencional sôbre os demais equipamentos de preparo do solo no tocante à produção, evidenciando, por outro lado, os perigos de sua aplicação intensificada e indiscriminada no tocante às perdas de fertilidade do solo por efeito da erosão.

Do ponto de vista da produção, a maior vantagem do arado revolvedor convencional parece residir no fato do melhor contrôle de ervas daninhas que proporciona, o que, aliás, se intensifica nitidamente nos casos em que a operação de aradura é repetida uma segunda vez. Tal fato se evidencia não apenas na produção final das culturas, como também no melhor «stand» final registrado, no maior porte das plantas, na maior quantidade de restos de cultura deixados sôbre o solo, e, finalmente, na menor quantidade de mão-de-obra despendida para a manutenção da cultura livre de ervas daninhas.

Por outro lado, do ponto de vista da conservação do solo, a maior desvantagem do arado revolvedor convencional parece residir no fato de não serem deixados na superfície do terreno os restos da cultura anterior, e também de ser mais fragmentada a contextura natural do solo. Para o caso particular das perdas de terra por erosão, a intensificação do preparo do solo, com a repetição da aração feita com o arado revolvedor convencional, intensifica também o efeito nocivo da erosão, especialmente como resultado da maior fragmentação da estrutura do solo.

A repetição da aração, do ponto de vista da produção das culturas, assim como do melhor «stand» final, do maior porte das plantas, da maior quantidade de restos de cultura deixados sôbre o solo, e finalmente da menor quantidade de mão-de-obra despendida para manter limpa a cultura, só foi vantajosa sôbre uma única aração no caso dos terrenos muito praguejados de ervas daninhas. Nos terrenos normalmente infestados de mato, uma única aração ofereceu, em geral, melhor produção do que duas arações. Tal conclusão revoga, como se vê, conceito clássico até então ensinado nas escolas e repetido nos compêndios especializados, de que, de modo geral, tanto maior seria a produção quanto mais trabalhado e pulverizado estivesse o solo.

Aliás, tal conceito, a não ser nos solos excessivamente praguejados de ervas daninhas e, em certa proporção nos solos de textura muito fina e mais compactos, é até invertido de maneira geral, uma vez que a repetição da aração faz, nos solos de textura média e não muito praguejados, até mesmo baixar a produção das culturas com relação a uma única aração.

O sistema de preparo do terreno com o arado de subsuperfície, de modo a quebrar o solo sem enterrar os restos de cultura deixados sobre o terreno, é, do ponto de vista da produção, sensivelmente inferior ao sistema de preparo do terreno com o arado revolvedor convencional que incorpora ao solo os restos de cultura. Reforça tal conclusão o fato de ser pior o «stand» final das culturas, de ser menor o porte das plantas, de ser menor a quantidade de restos de cultura deixados na superfície, e, finalmente, de ser maior a quantidade de mão-de-obra requerida para manter limpa a cultura. Entretanto, do ponto de vista tanto da conservação do solo como da água, é sensivelmente superior, contribuindo sua adoção para reduzir, substancialmente, as perdas de terra e de água, por efeito da erosão.

Dessa forma, em terrenos de grande declividade e muito erodíveis, onde não se disponha de melhor recurso para contrôlo da erosão, poderá ser indicado o preparo do solo com arado de subsuperfície, malgrado provoque pequena redução nas colheitas esperadas e maior consumo de mão-de-obra para manutenção da cultura despraguejada de ervas daninhas.

Os sistemas de preparo do solo com instrumentos e máquinas diversas do arado ou com métodos de utilização dêste, diversos da aração normal, são, de modo geral, todos nitidamente inferiores aos sistemas de preparo do solo com arado convencional ou com arado de subsuperfície em operação normal de aração, não apenas do ponto de vista da produção final das culturas, como do ponto de vista do «stand» final destas, do porte das plantas, da quantidade de restos de cultura deixados na superfície e, finalmente, da quantidade de mão-de-obra despendida para manter a cultura despraguejada.

As culturas apresentam exigências bastante diversas no tocante à intensidade e perfeição com que deva ser preparado o solo para o plantio. Dentre aquelas estudadas, o algodão foi a mais exigente e a soja a mais indiferente, com relação ao sistema de preparo da terra adotado.

Com respeito ao tipo de solo não há grandes diferenças na posição relativa em que se colocam os vários tratamentos de preparo do solo estudados, exceção feita para os solos mais pesados e compactos que parecem exigir um mais intensivo e completo trabalho de arroteamento do terreno.

Um dos fatores que mais pesam na exigência de um mais intensivo e completo trabalho de preparo do solo é, sem dúvida, o do praguejamento maior ou menor com ervas daninhas. Verificou-se, com efeito, que as maiores diferenças entre os vários sistemas de preparo do solo foram registradas nos terrenos que apresentavam a maior infestação de ervas daninhas, apesar de não serem êstes dos mais pesados e compactos.

TILLAGE PRACTICES IN RELATION TO CROP YIELD AND SOIL EROSION

SUMMARY

In this paper the authors present the results on yield and soil losses obtained when different methods of seedbed preparation were experimentally compared on the main soil types of the state of São Paulo for the corn, cotton, and soybean crops.

Based on the yield data it is concluded that there was no advantage in performing two plowings instead of one, unless the land was infested with weeds difficult to extirpate, such as nutgrass and Bermuda grass. For seedbed preparation the conventional plowing method was superior to subsurface plowing, disk harrowing, furrowing only along the rows, and hoeing.

Treatments that promoted the greatest soil breaking or left the smallest amount of crop residues on the soil surface, induced the biggest erosion. Seedbed preparation by plowing or subsurface plowing reduced substantially the soil losses caused by erosion when compared with preparation by means of two plowings or by the conventional moldboard plowing.

LITERATURA CITADA

1. ACKERMAN, F. G. & EBERSOLE, J. C. Prerequisites of a sweep stubble mulch tillage implement for the southern high plains. *Agric. Engng, Michigan* 26:245-250. 1945.
2. ALDERFER, R. B. & MERKLE, F. C. The comparative effects of surface application vs. incorporation of various mulching materials on structure, permeability, runoff and other soil properties. *Soil Sci. Soc. Proc.* 8:78-86. 1944.
3. BERTONI, JOSÉ. Conservação do solo e mecanização da agricultura. *Anais da I Mesa Redonda de Conservação do Solo. Soc. Rural Brasileira, São Paulo* III:277-291. 1951.

4. BORST, H. L. & WOODBURN, RUSSEL. The effect of mulching and methods of cultivation on runoff and erosion from Muskingum silt loam. *Agric. Engng, Michigan* 23:19-23. 1942.
5. BOWER, C. A., BROWNING, G. M. & NORTON, R. A. Comparative effects of plowing and other methods of seedbed preparation on nutrient element deficiencies in corn. *Soil Sci. Proc.* 9:142-146. 1944.
6. BRADFIELD, R. To plow... or. *House & Garden* 30:100 e 102. 1944.
7. BROMFIELD, LOUIS. The evangelist of «Plowman's Folly». *Reader's Digest*, N.º 260, 43:33-39. 1943.
8. BROWNING, G. M. Research needs of tillage in soil and water conservation. *J. Soil and Water Conservation*, 3:75-78. 1948.
9. ——— & NORTON, R. A. Tillage practices on selected soils in Iowa. *Soil Sci. Soc. Proc.*, 10:461-468. 1945.
10. ——— ——— Tillage, structure, and irrigation: tillage practices with corn and soybeans in Iowa. *Soil Sci. Soc. Proc.*, 12:491-496. 1947.
11. ——— ——— COLLINS, E. V. & WILSON, H. A. Tillage practices in relation to soil water conservation and crop yields in Iowa. *Soil Sci. Soc. Proc.* 9:241-247. 1945.
12. ——— ——— & DAVIDSON, J. B. Shall we discard our plows? *Farm. Sci. Rep.* 5:7-10. 1944.
13. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. Efeitos determinados no solo pelo uso contínuo de fertilizantes. *Bragantia* 13:[75]-83. 1954.
14. CHASE, L. W. A study of subsurface tiller blades. *Agric. Engng, Michigan* 23:43-45. 1945.
15. COLLINS, E. V., ALLAWAY, W. A., BROWNING, G. M. [e outro]. Mulch culture — equipment and methods of performing cultural operations in the growing of row crops in connection with the maintenance of a surface mulch of crop residues. *Iowa State Col. agr. Exp. Sta. Rep.* 1949, p. 34-35.
16. COOK, R. L. & PEIKERT, F. W. A comparison of tillage implements and their effect on crop yields. *Quart. Bull., Michigan State Col.* 32:104-118. 1949.
17. COPLEY, T. L., BRITT, C. S. & POSEY, W. B. Conservation practices for tobacco lands of the flue-cured and Maryland belts. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1948 (Misc. Pub. 656).
18. COUTEAUX, G. Pour ou contre le labor mécanique au Katanga. *C. R. de la Semaine Agricole de Yangambi. Inst. Nat. pour l'Etude Agronomique du Congo Belge.* 1947, p. 107-127.
19. DACY, GEORGE H. A história do arado. *La Hacienda* 12:15-21. 1916.
20. DOREN, C. A. VAN, LANG, A. L. & WAGGONER, M. E. Field test of mulch farming for moisture conservation and control of wind erosion in Illinois. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation and Illinois agric. Exp. Sta. 1945.
21. ——— & STAUFFER, R. S. Effect of crop and surface mulches on runoff, soil losses and soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Proc.* 8:97-101. 1944.
22. Down with the plow. *Time*, N.º 4, XLIII. 1943, p. 29.
23. DULEY, F. L. Surface factors affecting the rate of intake of water by the soil. *Soil Sci. Soc. Proc.* 4:60-64. 1939.
24. ——— & MATHEWS, O. R. Ways to till the soil. *In U. S. Department of Agriculture Yearbook. Science in Farming.* Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1947, p. 518-526.
25. ——— & RUSSEL, J. C. Effect of stubble mulch on soil erosion and runoff. *Soil Sci. Soc. Proc.* 7:78-81. 1942.
26. ——— ——— Machinery requirements for farming through crop residues. *Agric. Engng, Michigan* 23:39-42. 1942.

27. ————. New methods of soil and moisture conservation. Nebraska Crop. Growers Assoc. 31st Annual Rep. 1939, p. 52-62.
28. ————. The use of crop residues for soil and moisture conservation. J. Amer. Soc. Agron. 31:703-709. 1939.
29. FAULKNER, E. H. Not to plow. House & Garden, 31. 1944, p. 31, 101 e 102.
30. ————. Plowman's Folly. N. York, Grosset & Dunlop, 1943, 155 p.
31. GERMECK, E. B., FORSTER, R. & TOSELLO, ANDRÉ. Cortador de profundidade, um instrumento útil para trabalhos agrícolas. Boletim de Agricultura, São Paulo. 1944, p. 243-254.
32. HAYS, O. E., McCALL, A. G. & BELL, F. G. Investigations in erosion control and the reclamation of eroded land at the Upper Mississippi Valley Conservation Exp. Sta. near La Crosse, Wisc, 1943-44. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1949. (Tech. Bul. 973).
33. HENDRICKSON, B. H., CARREKER, J. B. & ADAMS, W. E. Stubble mulch in the Southern Piedmont. Soil Conservation, 9:139-141. 1943.
34. KIDDER, E. H., STENFFER, R. S. & DOREN, C. A. VAN. Effect on infiltration of surface mulches of soybean residues, corn stover, and wheat straw. Agric. Engng, Michigan 24:155-159. 1943.
35. LAMB, J. (junior). Annual Progress Rep. 1948. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service and N. York agr. Exp. Sta. 1948, p. 30-31.
36. ————, ANDREWS, J. S. & GUSTAFSON, A. F. Experiments in the control of soil erosion in Southern New York. N. York agric. Exp. Sta. 1944. (Bull. 811).
37. LAWTON, KIRK & BROWNING, G. M. The effect of tillage practices on the nutrient content and yield of corn. Soil Sci. Soc. Proc. 13:311-316. 1948.
38. MARQUES, J. Q. A. Determinação de perdas por erosão. Arch. fitotec. 4:505-556. 1951.
39. ————. Processos modernos de preparo do solo e defesa contra a erosão. Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia. Bol. 19. 1950. 198 p.
40. ————, BERTONI, J. & GROHMANN, F. Determinação de perdas por erosão em São Paulo, de 1943 a 1953. Trabalho apresentado ao 2.º Congresso Panamericano de Agronomia. Piracicaba (S. Paulo), 1954. 33 p. (Não publicado).
41. ————, GROHMANN, F., BERTONI, J. & ALENCAR, F. M. A. Algumas conclusões gerais preliminares das determinações de perdas por erosão realizadas em São Paulo. Anais da III Reunião Brasileira de Ciência do Solo. 1951, p. 775-804.
42. MOREHEAD, H. A. Equipment for subsurface tillage. Agric. Engng, Michigan 23, 1942, p. 46, 64.
43. MOSER, FRANK. Soil fertility as influenced by leguminous plant additions. South Carolina agr. Exp. Sta. Annual Rep. 1943, p. 31-33.
44. NORTON, R. A., COLLINS, E. V. & BROWNING, G. M. Present status of the plow as a tillage implement. Agric. Engng, Michigan 25:7-10. 1944.
45. NUTT, C. B., McADAMS, W. E. & PEELE, T. C. Adapting farm machinery to mulch culture. Agric. Engng, Michigan 24:304-305. 1943.
46. OLIVEIRA, AVELINO IGNÁCIO & LEONARDOS, OTHON HENRY. Geologia do Brasil. Serv. de Inf. Agric. Minist. da Agric. 2.ª ed. 1943. 813 p.
47. PAGE, J. P. Não se desfaça do arado. A Fazenda 10:36-37. 1949.

48. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KUPPER, A. [e outros]. Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.
49. ——— & JORGE, W. DE. Estudo preliminar do sistema água-solo-planta no Estado de São Paulo. *Bragantia* 7:[133]-149. 1947.
50. PEELE, T. C. Influence of mulches on runoff, erosion and crop yields. *South Carolina agric. Exp. Sta. Annual Rep.* 1943, p. 30-32.
51. SCHROEDER, RUDOLF. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia* 15:[193]-250. 1956.
52. Seção de Hidrologia da Divisão de Águas. Atlas pluviométrico do Brasil (1914-1938). Ministério da Agricultura, Departamento da Produção Mineral. 1948. 25 ill. 48 p. (Bof. 5).
53. SETZER, J. As características dos principais tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 1:[225]-359. 1941.
54. SEWELL, M. C. & CALL, L. E. Tillage investigations relating to wheat production. *Kansas State Col. agric. Exp. Sta.* 1925. (Tech. Bul. 18).
55. SHALER, N. S. Man and the earth. N. York. Dodd Mead & Inc. 1951.
56. STALLINGS, J. H. Crop residues conserve soil and water. *J. Soil and Water Conservation.* 4:103-106. 1949.
57. ——— Keep crop residues on the surface of the ground. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture. 1949, 9 p. (SCS-TP-80).
58. TYSON, J. & CRABB, G. A. (junior) Comparative tillage tests at East Lansing, Michigan. *Quart. Bull., Michigan State Col.* 34:412-424. 1952.
59. ULRICH, R. & ANDERSON, M. Cultivation breaks down tilth. *Iowa Farm. Sci.* 4:12-13. 1949.
60. VERDADE, F. C., GROHMANN, F. & MARQUES, J. Q. A. Perdas de elementos nutritivos pela erosão. I-Nitrogênio e suas relações com as quantidades existentes no solo e na água de chuva. *Bragantia* 15:[99]-106. 1956.
61. WATSON, J. A. S. Old farming beliefs in the light of science agriculture. *J. of the Ministry of Agriculture.* LV:507-512. 1949.
62. WIMER, D. C. Why cultivate corn? University of Illinois. 1946. 15 p. (Circ. 597).
63. WOODBURN, R. Reduced loss of soil, less runoff when mulch used. *Farm. Research.* Vol. 6, p. 7. 1943.