

Fol
588 11536

BOLETIM DE PESQUISA
NÚMERO

INFLUENCIA DE ALGUMAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NA CONSERVAÇÃO E
FERTILIDADE DO SOLO DE UMA REGIÃO SEMI-ÁRIDA.

Moacir B. de Freitas
Eliane Nogueira Choudhury
Clementino M. B. de Fariaş



53491

CONTEÚDO

1. APRESENTAÇÃO
2. INTRODUÇÃO
3. EXPERIMENTOS
 - 3.1. ENSAIO PRELIMINAR DE PERDAS POR EROSÃO
 - 3.1.1. Metodologia
 - 3.1.2. Resultados e Discussão
 - 3.1.3. Conclusão
 - 3.2. ENSAIO PARA MEDIÇÃO DE PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO
 - 3.2.1. Metodologia
 - 3.2.2. Resultados e Discussão
 - 3.2.3. Conclusão
 - 3.3. ENSAIO DE ROTAÇÃO TRIENAL E ADUBAÇÃO
 - 3.3.1. Metodologia
 - 3.3.2. Resultados e Discussão
 - 3.3.3. Conclusão
4. RECOMENDAÇÕES
5. LITERATURA CITADA

Apresentação

O Nordeste brasileiro está localizado numa faixa tropical, contendo grande porcentagem de sua área em regiões semi-áridas. Essa realidade condiciona a necessidade imperiosa de se criar métodos e técnicas próprias para se estabelecer formas adequadas de exploração de regiões tropicais, especialmente semi-áridas. Contudo, como é sabido, grande parte, para não dizer a totalidade dos ensinamentos formais que se obteve no Nordeste Brasileiro até muito recente, com poucas exceções, eram criados para regiões temperadas e por conseguinte não conseguiram se incorporar ao processo produtivo como esperado e daí não deram condições de modernizar a agricultura do Nordeste de modo a que ela pudesse cumprir as suas funções básicas, a saber: a saúde, a beleza, a permanência e a produtividade.

Entretanto, alguns técnicos nordestinos de raríssima sensibilidade, diante desse quadro sombrio que acenava para o futuro tecnológico da agropecuária trataram de reagir de modo diferente ao pragmatismo reinante. Entre esses técnicos destaca-se na primeira linha, ao lado do dr. Guimarães Duque a ação dinâmica e perscrutadora do futuro do pesquisador Moacir Britto de Freitas, que conseguiu conceber na década de 1940 e criar uma agricultura tropical no Nordeste semi-árido com elevado padrão técnico e fazendo com que a administração da terra pudesse apresentar permanência e produtividade.

Pela primeira vez no Nordeste deu-se a devida atenção em base científica à conservação dos recursos naturais (solo e água) como ponto transcendental para se praticar uma agricultura permanente, ecologicamente equilibrada. Estabeleceu ^{se} um tipo de sistema de cultivo múltiplo adequado às condições do semi-árido com retenção da umidade do solo e manutenção da fertilidade ^{se}). Tratou de estabelecer uma forma de relacionamento nacional

P/ a redação técnica !!

entre grandes proprietários e produtores sem terra (mais de 40% no Nordeste, segundo dados oficiais). No que tange aos aspectos relevantes para a pesquisa, o trabalho do ~~do~~^e dr. Moacir Britto de Freitas encerra o caso praticamente, único de obtenção de resultados a longo prazo (mais de 20 anos de observação de um mesmo fenômeno de forma contínua), onde se pode verificar que uma análise prematura dos dados poderia levar fatalmente a interpretações errôneas. O outro fato que merece destaque é a objetividade da pesquisa realizada, onde os problemas relevantes foram identificados e daí buscadas as soluções através de pesquisas bem conduzidas. É fácil compreender que o enfoque de pesquisa adotado pelo dr. Moacir Britto de Freitas, — uma iniciativa privada — ainda hoje é atual e ainda não está adotada em várias Instituições oficiais de pesquisa da região.

Considerando o valor do trabalho e principalmente do enfoque de pesquisa seguido pelo dr. Moacir Britto de Freitas, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) achou oportuno consultar o dr. Moacir com vistas a obter permissão para fazer algumas análises adicionais nos dados obtidos.

O dr. Moacir mostrou-se excepcionalmente receptivo à consulta do CPATSA e gentilmente atendeu os pesquisadores Clementino Marcos Batista de Faria e Eliane Nogueira Choudhury em várias oportunidades que se tornaram necessárias durante a elaboração do trabalho. Deve-se, contudo, ressaltar que por motivos alheios a vontade dos autores e do CPATSA, só agora é que está sendo possível a publicação das informações disponíveis. Igualmente a perda de algumas informações não permitiram uma melhor explicação dos resultados obtidos.

Considerando o pioneirismo da ideia e ações de pesquisa na utilização e conservação de recursos naturais renováveis

no Nordeste brasileiro bem como a atualidade do enfoque adotado mesmo nos dias atuais pelo dr. Moacir, a divulgação do presente trabalho pretende tornar a sua experiência acessível à nova geração de técnicos do Nordeste brasileiro que têm a missão de dar à agricultura nordestina o enfoque e metodologias apropriadas ao ambiente tropical semi-árido que o caracteriza.

MANOEL ABÍLIO DE QUEIROZ
ex-Chefe Adjunto Técnico do Centro de
Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-
Árido.

2. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da demanda de produtos para alimentação humana e de matéria prima para as indústrias vem induzindo os agricultores a ampliarem as áreas cultivadas e substituírem a mão de obra nos trabalhos de preparo do solo e de cultivos pela maquinaria, visando aumentar a produção. Por outro lado, o uso dessas máquinas merece cuidados especiais a fim de conservar a fertilidade dos solos, principalmente em regiões que possuem distribuição de chuva irregular, topografia acidentada e solos rasos, sujeitos a erosão quando ocorre chuvas intensas. Em tais regiões, quando o solo passa a ser explorado intensivamente sem o emprego de práticas conservacionistas, a erosão se intensifica, a matéria orgânica gradativamente decresce e os teores de nutrientes vão diminuindo, resultando uma queda de produtividade ao longo dos anos. Dessa forma, o uso de práticas culturais e de conservação do solo que possam minimizar estes efeitos, são de extrema importância para manutenção da atividade agrícola em termos econômicos.

Trabalhos experimentais têm demonstrados que a movimentação mínima possível do solo, a utilização de rotação de culturas, "mulching" e adubação, contribuíram para uma melhor conservação e fertilidade do solo e aumento na produtividade agrícola (VINE, 1953; DULEY & RUSSEL, 1942; BROWNING & NORTO, 1947).

DULEY & RUSSEL (1942) ao estudar o efeito de vários tipos de preparo de solo sobre a erosão, verificaram que os implementos, pelo fato de proporcionarem uma maior mobilização do solo, promoveram maior perdas de solo e água.

BROWNING & NORTO (1947) analisando tipos de preparo do solo e cultivo com milho em relação a erosão, constata-

5

ram que as parcelas aradas perderam 3,6 vezes mais solos em comparação com as parcelas que receberam preparo de sub-superfície. MARQUES et alii (1961), ao estudar o sistema de preparo do solo em relação à erosão e a produção de milho e algodão observaram ser o arado responsável por um grande aumento nas perdas por erosão em relação ao arado de sub-superfície que trabalha o solo sem revolver e incorporar os restos de cultura deixadas na superfície. WILKINSON (1975), considerando os sérios problemas de erosão, em Afisol no Oeste da Nigéria, verificou que o não preparo de solo apresentou vantagens sobre o método tradicional de cultivo com aração, através de redução de perdas de solo por erosão. LAL (1976) estudando os efeitos do preparo e não preparo do solo sobre as propriedades do solo, concluiu que, o "runoff" e perdas de solo foram mínimas nas parcelas não trabalhadas com arado e com restos de culturas deixados na superfície, em relação as parcelas trabalhadas.

BLACK e SIDDOWAY (1977) relatam que o aumento no armazenamento d'água do solo conseguido pela adição de restos vegetais será de muita importância para produção das culturas nas regiões semi-áridas.

DULEY (1939), estudando as condições de umidade no solo, demonstrou que a permanência de restos de culturas sobre a superfície do solo, sem incorporação, protege-a contra o impacto da gota de chuva, aumenta a capacidade de infiltração e reduz as perdas de solo e água pela erosão. DULEY e RUSSEL (1942), avaliando os efeitos dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo sobre a erosão e o "runoff", em parcelas submetidas a precipitação com intensidade de 40mm/h, constataram que as perdas de terra nas parcelas cobertas foram nulas e também verificaram uma redução nas perdas de água de 95% em relação as parcelas descobertas. MOODY et al (1963), ao analisar os efeitos do "mulch" sobre perdas de solo, umidade e temperatura do solo e absorção de nutrientes pelo milho

observaram uma efetiva redução em perdas de solo e água nas parcelas que receberam "mulch". JACKS, citado por MOODY et al (1963), em uma intensiva revisão de literatura sobre o uso de "mulch", cita numerosos estudos, mostrando a redução do "runoff" e a perda de solo pelo emprego do mulch. LOMBARDI ~~et~~ et al (1975), ao comparar os efeitos de vários sistemas de cultivo e manejo dos restos culturais na produção de milho e perdas de terra e água pela erosão, verificaram que a prática de incorporação de leguminosas como planta intercalar, promoveu uma redução nas perdas de terra e água de 29% e 61%, respectivamente, e que a retirada dos restos culturais do terreno contribuíram para um aumento de 24,4% nas perdas de terra quando comparado com o terreno em que os restos da leguminosa foram incorporados.

Resultados de vários anos de pesquisa (BLACK, 1973a; OVESON, 1966) demonstraram que a adição de restos vegetais ao solo, proporcionou um aumento na produtividade do trigo apenas quando era acompanhado de adubação adequada. BLACK (1973b) informa que, com a adição dos restos vegetais associada a adubação mineral, houve aumento de matéria orgânica, nitrogênio total, nitrato, fósforo e potássio do solo.

McINSTOCH & VARNEY (1973), em um trabalho conduzido numa região de clima temperado, verificaram que para manter o nível de matéria orgânica do solo num sistema de cultivo de milho contínuo durante cinco anos, era necessário uma aplicação de 44 t/ha de esterco de curral. Nos tratamentos que não receberam a adubação orgânica, o teor de matéria orgânica do solo diminuiu de 5,20% para 4,2%. Possivelmente, esse decréscimo no teor de matéria orgânica seria muito maior se o trabalho tivesse sido conduzido numa região de clima tropical.

ADAMS (1974), analisando os efeitos residuais de rotações de culturas sobre a retenção de água pelo solo e perda de terra, verificou que o plantio contínuo de sorgo, du

rante o período de 5 anos, reduziu o conteúdo de matéria orgânica, a retenção de água pelo solo e aumentou a perda do solo.

VAN BAVEL & SCHALLER (1950), comparando os sistemas de cultivo do milho contínuo e de rotação milho-aveia-pastagem durante dezoito anos, verificaram um grande aumento na produtividade do milho no sistema de rotação em comparação ao cultivo contínuo, e que este aumento estava relacionado com o estado de ^eagregação do solo e o seu teor de matéria orgânica. TUCKER *et al* (1971), num trabalho de onze anos, demonstraram que o rendimento do trigo no sistema de rotação com alfafa foi superior ao cultivo contínuo.

Considerando esses fatos, foram realizados uma série de experimentos durante vários anos com o objetivo de estudar diferentes métodos de preparo de solo, rotação de cultura, "mulching" e adubação para se conseguir uma tecnologia que permitisse uma exploração agrícola sem provocar a degradação do solo numa região semi-árida.

3. EXPERIMENTOS

O trabalho constituiu-se de três experimentos que foram instalados no município de Pesqueira, situado na zona fisiográfica do Agreste do Estado de Pernambuco.

O clima dessa região é classificado, segundo REIS (1970) como D d B'₄a', ou seja, clima semi-árido, com pouco ou nenhum excedente de água e mesotérmico, com médias de precipitação pluviométrica de 730 mm, concentrada nos meses de março a julho, e de temperatura de 22°C. A vegetação predominante constitui-se de caatingas hipoxerófilas, cactáceas e bromeliáceas.

O solo dos locais onde ^o realizou-se o trabalho é originado de rochas biotita-granito e granito ^{ou} prófiro, sendo classificado como Regosol. Apresenta-se arenoso, acentuadamente drenado, com relevo ondulado e fortemente susceptível à erosão (JACOMINE et al 1973).

Os experimentos que compõe^m esse trabalho são os seguintes:

1. Ensaio Preliminar de Perdas por Erosão
2. Ensaio para Medição de Perdas de Solo e Água por Erosão.
3. Ensaio de Rotação Trienal e Adubação.

Em seguida são apresentados a metodologia, os resultados e discussão e as conclusões de cada um desses experimentos.

3. 1. ENSAIO PRELIMINAR DE PERDAS POR EROSÃO

3.1.1. Metodologia

O experimento teve uma duração de 23 anos, compreendido entre 1946 a 1967.

Os tratamentos estudados distribuíram-se da seguintes maneira:

- A - Solo lavrado e com cultivo contínuo de tomate Lycopersicum esculentum Mill;
- B - Solo lavrado e com rotação bienal;
- C - Solo não lavrado e com rotação bienal;

As rotações constituíram-se de um rodísio bienal com tomate e a leguminosa feijão de porco (Canavalia ensiformis D.C.).

A área dos talhões em que foram instalados os tratamentos compreende 125 m^2 (25 x 5 m). A área dos tanques coletores do material erodido foi de 10 m^2 (5 x 2 m). Os talhões experimentais, munidos de tanques coletores foram construídos de alvenaria, cuja disposição é de um lado do outro. A declividade dos talhões foi cerca de 11,5%. Em virtude do elevado custo financeiro para construção dos talhões experimentais não foram feitas repetições. As repetições são feitas através dos anos.

As determinações das quantidades dos solos depositados nos tanques coletores foram efetuados no final de cada ano por método gravimétrico e extrapolados em toneladas/ha.

A Beauty-Peixe foi a variedade de tomate utilizada. O plantio foi realizado na época de março a abril, no espaçamento de 1 m x 1 m e adubado com 700 kg/ha da fórmula 8-12-8 de NPK.

O feijão de porco, no tratamento do solo lavrado, foi incorporado ao solo por meio da aração, e no tratamento do solo não lavrado, foi seifado e deixado sobre a superfície do solo, formando uma cobertura morta (mulch). Ambas operações foram feitas antes do plantio do tomate.

3.1.2. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra, em dados acumulados, como as perdas anuais de solo e as precipitações anuais variaram ao longo dos anos. O Quadro 1 apresenta as perdas totais de solo e as produções totais para cada tratamento.

Analisando a Figura 1 e o Quadro 1, verifica-se a influência do preparo do solo e da rotação de culturas sobre as perdas de solo por erosão. O emprego do preparo do solo, através de lavra, promoveu aumento nas perdas de solo, o que

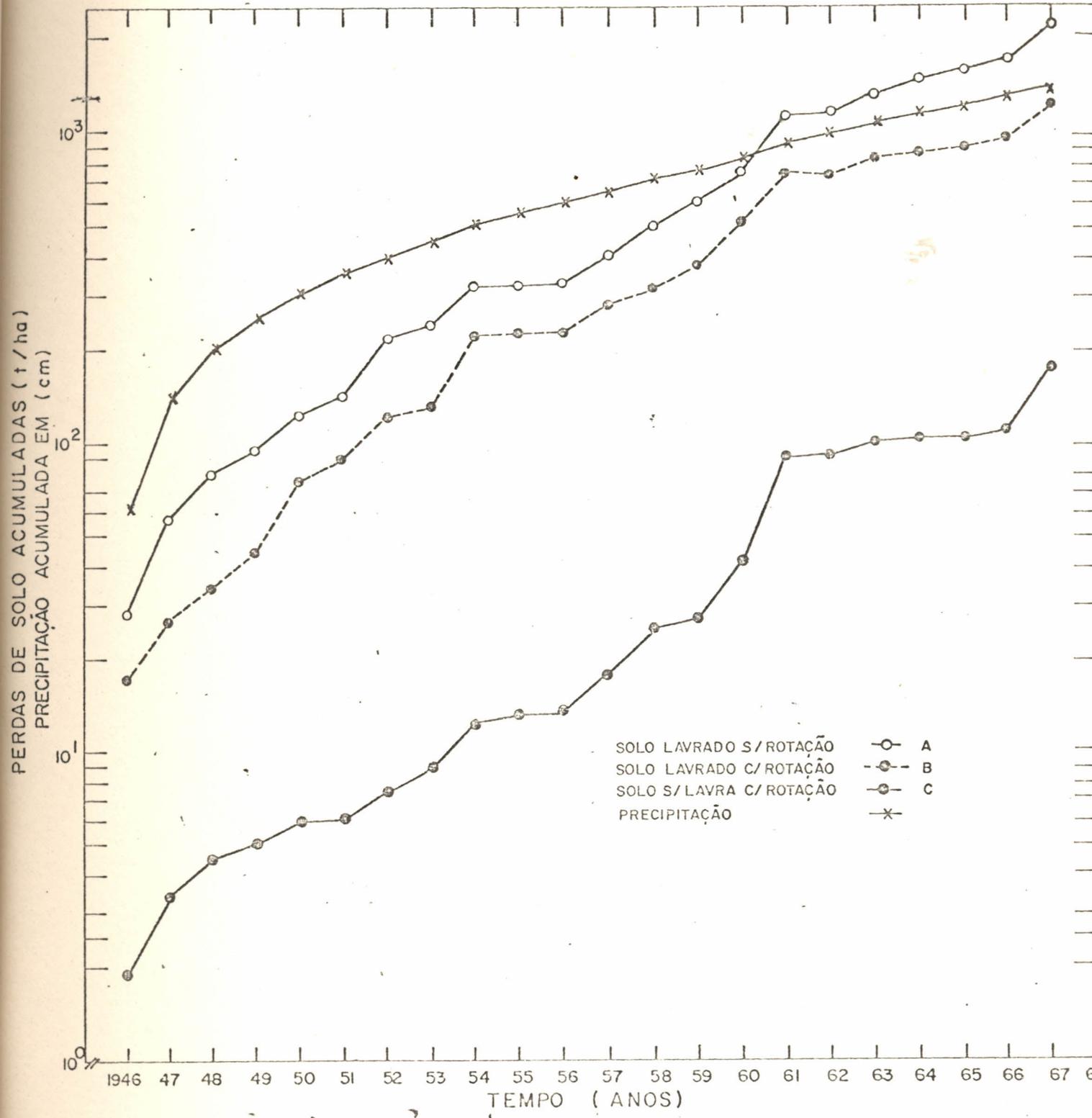


FIG. 1 - Efeito do preparo do solo e rotação de cultura sobre as perdas de solo por erosão.

11

Quadro 1. Perdas totais de solo e produções de tomate no período de 1964 a 1967 em Regosol.

Tratamentos	Perdas de Solo	Produção
	t/ha	t/ha
A	2.216,401	350,971
B	1.234,759	293,732
C	180,205	304,308
D	816,024	338,13
E	131,025	338,62

pode ser constatado comparando o tratamento B, que foi lavrado, com o tratamento C, não lavrado. O aumento nas perdas de solo ocorrido no tratamento B foi de 6,9 vezes em relação ao C. Este fato vem comprovar os resultados obtidos por BROWNING & NORTO (1947), MARQUES et al (1961), WILKINSON (1975) e LAL (1976).

? Quis? .

Estes estudos revelam que, para conservar o solo, é de grande importância observar o sistema e a intensidade do trabalho com que se prepara o solo para o plantio, principalmente o solo em estudo. ? Qual?

Com relação à influência da rotação de cultura sobre as perdas de solo por erosão, constatou-se que o uso de leguminosa cortada e deixada sobre a superfície, formando uma cobertura morta, promoveu no tratamento B uma redução de 1,8 vezes em relação ao tratamento A, que foi explorado anualmente com tomate. A importância da rotação de cultura é salientada nos trabalhos realizados por ADAMS (1974) que, ao avaliar a influência da rotação de cultura sobre as perdas de solo, absorção de água e produção de sorgo granífero, constatou que as rotações proporcionaram um aumento na absorção de água e reduziram as perdas de solo. Ao contrário, o plantio contínuo de sorgo provocou aumento nas perdas de solo e redução na absorção de água.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos sobre a manutenção da capacidade produtiva do solo, a produção final da cultura constitui um dos índices de grande significância. Assim, examinando a influência da rotação ^{de cultura sobre a produção,} verifica-se, de acordo com a Figura 2 e Quadro 1, que o tratamento de cultura sobre a produção, A, onde o tomate era cultivado anualmente, no final dos 23 anos apresentou uma produção total maior que dos outros tratamentos. No entanto, é conveniente salientar que a partir do 14º ano de cultivo de tomate os incrementos na produção vão decrescendo ao longo dos anos, ao contrário do que

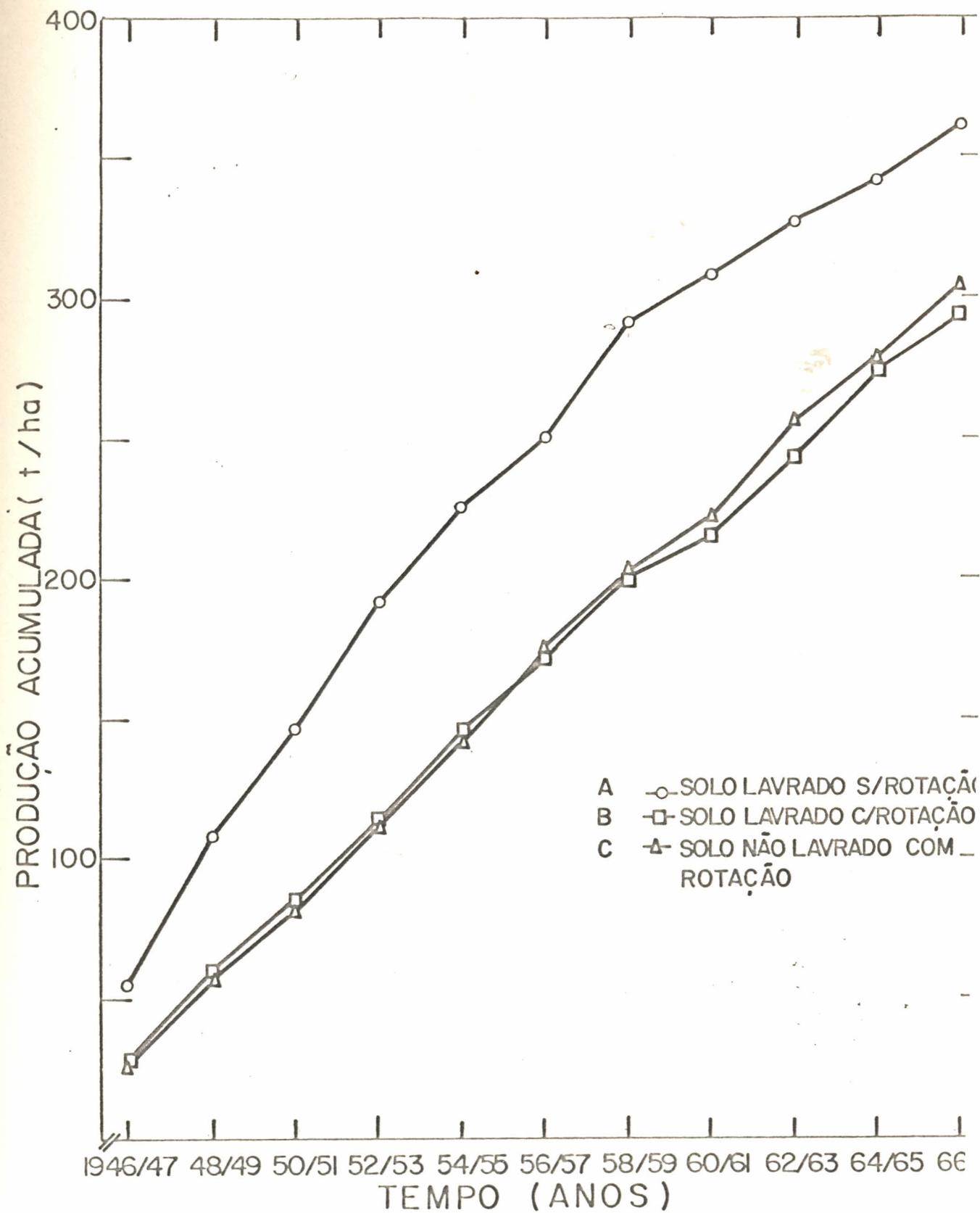


FIG. 2 - Efeito do preparo do solo e rotação de cultura sobre a produção de tomate industrial.

13

ocorre com o tratamento B, onde se empregou rotação de cultura, e que os incrementos continuaram a aumentar como uma constante, podendo assim a produção igualar-se ou superar, em anos seguintes, a do tratamento A. O fato dos incrementos das produções decrescerem com o transcorrer dos anos no tratamento A, pode ser explicado, entre outros fatores, pelas maiores perdas de solo, conforme a Figura 2 e Quadro 1.

3.1.3. Conclusões

Nas condições de solo e em que o experimento foi conduzido conclui-se que:

- O emprego do arado no preparo do solo promove maiores perdas de solo por erosão;
- A rotação de cultura é de grande significância para reduzir as perdas de solo por erosão;
- A rotação da cultura com a leguminosa e o plantio sem aração, foram as práticas mais eficientes na manutenção da capacidade produtiva do solo.

3.2. ENSAIO PARA MEDIÇÃO DE PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO

3.2.1. Metodologia

Para determinação das perdas de solo e água por erosão foram instalados talhões experimentais, por um período de 18 anos, compreendendo entre 1951 a 1968.

Os tratamentos estudados foram distribuídos da seguinte maneira:

Rotação de Cultura

- A - Rotação bienal - Tomate + leguminosa (incorporada);
- B - ^{Tomate} _{contínuo?} - Tomate em cultivo anual
- C - Rotação bienal - Tomate + capoeira (incorporada);
- D - Rotação bienal - Tomate+leguminosa (mulch);
- E - Rotação trienal - Tomate + leguminosa (mulch) + milho;
- F - Rotação bienal - Tomate + capoeira (mulch);
- G - Rotação trienal - Tomate + capoeira + capoeira (mulch);

Faixas de Vegetação

- Faixas em rotação de tomate e leguminosa;
- Faixas em rotação de tomate e leguminosa com ve getação permanente ou renques de capim elefante.

A Beauty-Peixe, foi a variedade de tomate utilizada, sendo plantada na época de março/abril, no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m e adubada com 700 kg/ha da fórmula 8-12-8 de NPK. O plantio do milho (Zea mays, L.) e da leguminosa também foi efetuado no período de março/abril, ou seja, no início do período chuvoso. A leguminosa usada foi o feijão de porco, (Canavalia enciformis, D.C.). A capoeira constituiu-se da vegetação nativa que se desenvolvia no solo após a colheita do tomate.

O feijão de porco e a capoeira foram incorporados ao solo ou cortados e deixados na superfície formando cobertura morta, conforme o tratamento estabelecido.

Os talhões experimentais foram instalados em terrenos com 12% de declividade, construídos de alvenaria, muni

dos de coletores e divisores de janela tipo Geib. As características dos sistemas coletores foram descritos detalhadamente por BERTONI (1949).

Os tratamentos de faixas de vegetação foram instalados em 2 talhões de 25 x 80 m e divididos em 4 faixas de 20 m x 25 m nas quais eram feitas rotações bienais com tomate e feijão de porco. Em um desses talhões foram instalados renques, constituídos de 3 fileiras de capim elefante, entre cada uma das faixas. Os tratamentos de rotação foram conduzidos em talhões de 4 x 25 m.

Para determinar as perdas de solo e água adotou-se o ^{processo} método ^{de} verosão por arrastamento superficial descrito por BERTONI (1975), que consiste em ^{medidas} medidas quantitativas e qualitativas do material erodido. ^{Medidas} Medidas quantitativas foram efetuadas nos materiais depositados nos tanques coletores logo depois das enxurradas. Após realizadas as pesagens dos solos erodidos, amostras representativas, foram coletadas e, utilizando ^o método gravimétrico, foram calculadas as umidades nas amostras. A partir destes dados, calculou-se as perdas de solo em ^{base} função do solo ^{seco} a 105°C e extrapolou-se para tonelada por hectare.

3.2.2. Resultados e discussão

No Quadro 2, constam ^{os} dados de perdas de solo e água afetadas pelas rotações de culturas, manejo de restos vegetais e faixas de vegetação.

A análise dos dados permite observar que ^{os} tratamentos D, E, F e G, em que a leguminosa e a capoeira foram deixadas na superfície do solo, as perdas de solo e água sofreram redução em relação ao tratamento A e C, em que a matéria verde foi incorporada ao ^s solo, e ^o tratamento B, cultivado anualmente com tomate. Estes resultados comprovam os estudos

Quadro 2. Efeito de rotação de cultura e faixas de vegetação nas perdas de solo e água por erosão em Regosol, Pesqueira-PE.

Tratamentos	Perdas de Terra	Perdas de Água
	t/ha	m ³ /ha
ROTAÇÃO DE CULTURA		
A - Tomate + Leguminosa (incorporada)	413,9	9.491,3
B - Tomate contínuo	191,5	7.516,5
C - Tomate + Capoeira (incorporada)	190,9	5.767,8
D - Tomate + Leguminosa (mulch)	55,6	2.743,0
E - Tomate + Leguminosa + Milho (mulch)	34,3	2.566,9
F - Tomate + Capoeira (mulch)	10,2	927,2
G - Tomate + Capoeira + Capoeira (mulch)	5,3	511,2
FAIXAS DE VEGETAÇÃO		
Faixas em rotação de tomate e leguminosa	30,8	2.720,7
Faixas de vegetação permanente ou reques com Tomate e Leguminosa	16,4	1.468,2

realizados por DULEY (1939), DULEY e RUSSEL (1942), e Jones ^e et al (1969).

A importância do uso de rotação de cultura e cobertura morta sobre a superfície do solo é mais acentuada ao comparar-se os tratamentos D, E, F, e G com o B, onde se constata nas perdas de solo de 71, 82, 95 e 97% ^e de água de 64, 66, 88 e 93%, respectivamente, concordando desta forma, com os resultados obtidos por ADAMS (1974).

O tratamento A, em que a leguminosa foi incorporada ao solo, proporcionou as maiores perdas de solo e água. Isto pode ser explicado pelas modificações no solo promovidas pelo arado ao incorporar a matéria verde ao solo. Sendo este solo altamente erodível quando submetido a mecanização e ficando a superfície exposta à ação das chuvas intensas, formou-se uma condição favorável aos efeitos destrutivos da erosão. No entanto, no tratamento C em que houve incorporação de capoeira as perdas de solo e água sofreram redução de 54 e 39% respectivamente em relação ao tratamento A. WISCHEMEIER e MANNERING (1969) constataram que o aumento do teor de matéria orgânica no solo contribuiu para aumentar a velocidade final de infiltração, sendo necessário chuvas de maior intensidade para promoverem enxurradas. Considerando este estudo, pode-se atribuir que a redução nas perdas ocorridas no tratamento C tenha sido devido a um maior teor de matéria orgânica no solo proporcionado pela incorporação da vegetação nativa.

Com relação às rotações de culturas e o plantio anual de tomate observa-se que as menores perdas ocorreram nas rotações bienais e trienais com a capoeira. Isto pode ser atribuído à presença de um maior teor de matéria orgânica no solo e uma menor mobilização do solo, principalmente na rotação trienal, uma vez que o solo passou um período de pousio mais longo. As perdas de solo e água ocorridas nestas duas rotações proporcionaram perdas que se enquadram dentro dos limites permissíveis

de perdas por erosão^e consequentemente podem ser recomendadas para manejo mais adequado do solo estudado.

Com relação ao uso de faixas de rotação, constata-se que as faixas de vegetações permanentes proporcionaram menores perdas de solo e água, ocorrendo uma redução de 47% nas perdas de solo e 46,0% nas perdas de água. BERTONI (1968) relata que na cultura do algodão o emprego de faixas de vegetações permanente de cana-de-açúcar proporcionaram um controle de perdas de 80% de solo e cerca de 60% de água.

3.2.3. Conclusões

Nas condições de solo e do experimento concluiu - se que:

- As rotações bienais e trienais de tomate com leguminosa e capoeira deixadas na superfície do solo contribuíram para reduzir as perdas de solo e água em comparação com o plantio contínuo de tomate;
- As rotações de tomate com leguminosa incorporada ao solo promoveram aumento nas perdas de solo e água em comparação com o cultivo contínuo na ordem de 116% e 26%, respectivamente;
- A rotação bienal e trienal com capoeira deixada na superfície foram ^{as}práticas que promoveram menores perdas de solo e água por erosão;
- O uso de faixas de vegetação diminuiu as perdas de solo e água com uma redução de 47,0% e 46,1%, respectivamente.

3. ENSAIO DE ROTAÇÃO TRIENAL E ADUBAÇÃO

3.3.1. Metodologia

Neste experimento foram envolvidas as culturas de tomate, milho, feijão (Phaseolus vulgaris L.) e feijão de porco nos seguintes tratamentos:

- A - Tomate cultivado anualmente sem adubação (T);
- B - Rotação trienal: a) Tomate sem adubação - b) Milho e Feijão consorciados - c) Feijão de porco (T - MF - Fp).
- C - Rotação trienal: a) Tomate sem adubação - b) Capoeira por dois anos (T-C-C).
- D - Tomate cultivado anualmente com adubação mineral (Tm).
- E - Tomate cultivado anualmente com adubação mineral e orgânica (Tmo).
- F - Rotação trienal: a) Tomate com adubação mineral - b) Milho e Feijão consorciados - c) Feijão de Porco (Tm - MF - Fp).
- G - Rotação trienal: a) Tomate com adubação mineral-b) Capoeira por ^{dois}anos (Tm - C - C).

A adubação mineral constituiu-se de 56 kg/ha de N, 84 kg/ha de P_2O_5 e 56 kg/ha de K_2O , sob as formas de salitre duplo potássico e superfosfato simples, e a orgânica de 10 t/ha de esterco de curral. Nenhuma adubação era feita para as outras culturas.

Apenas os dados de produção do tomate foram analisados. O feijão de porco e a vegetação nativa que formava a capoeira eram incorporados ao solo por ocasião do plantio do tomate.

21

A variedade do tomate foi a Beauty-Peixe, de crescimento indeterminado, com ciclo vegetativo de oito meses. Seu plantio era feito no início das chuvas, colocando-se as sementes diretamente ^{no local definitivo} na cova, com espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, deixando-se uma planta por cova após o desbaste.

O experimento foi instalado em blocos ao acaso com seis repetições, sendo as parcelas de 12 m x 25 m (300m²) com área útil de 10 m x 25 m (250m²) e repetido no mesmo local durante 25 anos (1944 a 1968). Para se efetuar a análise, tomou-se como base, a média de produção dos anos em que todos os tratamentos tiveram plantio de tomate, ou seja, 1947, 1950, 1953, 1956, 1959, 1962, 1965 e 1968, desprezando-se os dados referentes ao primeiro ano, 1944, pelo fato de ainda não existir efeito de rotação. Deste modo, na análise estatística feita em blocos ao acaso, os anos constituiram as repetições.

O efeito dos tratamentos na fertilidade do solo foi medido através das determinações de pH, matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo e potássio "disponíveis", cálcio, magnésio, sódio e alumínio trocáveis, seguindo VETTORI (1969), em amostras de solo coletadas após a colheita do último ano de condução do trabalho.

3.3.2. Resultados e Discussão

No Quadro 3 encontram-se os dados referentes às características do solo estudadas. Observa-se que as variações ocorridas nos teores de fósforo se devem quase que exclusivamente à adubação, enquanto que a matéria orgânica, o nitrogênio, potássio e cálcio + magnésio variaram tanto em função da adubação como do sistema de cultivo. Na rotação trienal de tomate e capoeira por dois anos, os teores de matéria orgânica, nitrogênio, potássio e cálcio + magnésio encontrados no solo, foram superiores aos dos demais sistemas de cultivo. Este fato pode ser atribuído a um maior controle

de erosão e conseqüentemente às menores perdas de matéria orgânica e nutrientes no cultivo do tomate com dois anos de capoeira do que nos cultivos em que o solo era explorado anualmente, conforme demonstram os resultados encontrados por VAN BAVEL & SCHALLER (1950).

Quando se compara os tratamentos com e sem adubação isoladamente, nota-se que os menores valores para matéria orgânica e nitrogênio ocorreram no sistema em que o tomate era cultivado anualmente. HOBBS & THOMPSON (1971) encontraram que em regiões semi-áridas, os teores de matéria orgânica e nitrogênio do solo, tendem a diminuir quando há exploração contínua por muito tempo.

A prática da adubação, principalmente a mineral e orgânica, condicionou a maiores teores de matéria orgânica e nutrientes no solo. Contudo, os teores de matéria orgânica e nitrogênio no solo em que o tomate era cultivado anualmente com adubação mineral e orgânica, foram inferiores ao do solo onde o cultivo do tomate era seguido de dois anos de capoeira, sem receber nenhuma adubação. Além da erosão esse fato pode ser atribuído à decomposição mais rápida da matéria orgânica oriunda do esterco de curral, e conseqüentemente maiores possibilidades para que o nitrogênio se perca por lixiviação e absorção pelas plantas, do que a matéria orgânica proveniente da vegetação nativa, tendo em vista que esta, deverá ter uma relação carbono: nitrogênio (C/N) ^{maior} mais larga do que aquela. Sobre esse aspecto, VAN SCHREVEN (1964) comparando a taxa da decomposição de material vegetal verde e seco incorporado no solo, constatou que o material verde era mineralizado mais rápido do que o seco, o que foi atribuído a um aumento na relação C/N da fração orgânica solúvel em água do material seco. FREITAS (1951) relata que a relação C/N e a percentagem de matéria orgânica ^{nos solos} da vegetação nativa virgem foram de 22,3 e 3,46, enquanto nos solos cultivados a oito anos foram de 13,9 e 1,73, respectivamente. O autor

QUADRO 3. Algumas características do solo para cada tratamento no final do trabalho.

Tratamentos	pH	Al	Ca ⁺² + Mg ⁺²	P	K	M.O.	N
	(1:2,5)	... (meq/100g) (ppm) (%) - (‰) -	
1. T	5,0	0,8	0,4	15	53	0,38	0,04
2. T-MF-Fp	4,9	0,6	0,5	10	80	0,53	0,04
3. T-C-C	5,9	0,1	2,7	10	166	1,02	0,08
4. Tm	6,5	0,1	2,9	30	158	0,50	0,04
5. Tmo	7,5	0,2	4,3	30	220	0,88	0,07
6. Tm-MF-Fp	6,2	0,2	1,9	30	152	0,69	0,06
7. Tm-C-C	6,9	0,2	4,6	30	197	1,21	0,10

atribuiu à essa diferença, às condições de alta temperatura e bom arejamento do solo e a falta de reposição de material com relação C/N mais ampla nos solos cultivados. O aceleração da decomposição da matéria orgânica em temperaturas altas, foi também evidenciado por ESCOBAR et al (1972).

Em relação ao pH e ao alumínio trocável, encontra-se uma correlação inversa (- 0,76 *) entre esses dois parâmetros e observa-se uma tendência de elevação nos valores de pH e diminuição nos de Al^{+++} nos tratamentos em que o tomate foi adubado. Possivelmente, essa diminuição na acidez se deva à reação do fósforo com o alumínio livre, formando compostos precipitados de fosfato de alumínio, conforme ilustra Hsu (1965), e/ou à adição do cálcio proveniente do adubo fosfatado, conforme resultados encontrados por Pereira & Siqueira (1979). Goepfert & Freire (1969) encontraram que a aplicação de fósforo concorreu para diminuir o teor de alumínio trocável.

Os dados de produção do tomate, apresentados no Quadro 4, mostraram que as maiores produtividades couberam aos tratamentos Tm - C - C; Tm ϕ - MF - Fp, depois aos tratamentos T - C - C e Tm, e por último aos tratamentos T - MF - Fp e T, evidenciando assim, que tanto a adubação como o sistema de cultivo interferiram no rendimento da cultura, o que está de acordo com os resultados obtidos por Van Bavel & Schaller (1959), Tucker et al (1973) e Black (1973).

O Quadro 5 mostra, de uma maneira sintetizada, como as práticas de rotação de culturas e adubação influíram positivamente na fertilidade do solo e no rendimento do tomate.

Pelos dados apresentados no Quadro 6, nota-se que houve uma correlação direta da produção do tomate com os teores de matéria orgânica, pH, fósforo, potássio e cálcio + magnésio, e uma correlação inversa com os teores de alumí-

QUADRO 4. Média da produção de tomate para cada tratamento referente apenas aos anos em que todos os tratamentos tiveram plantio de tomate.

Tratamentos	Produção (t/ha) *
1. T	2,29 a
2. T - MF - Fp	7,07 a
3. T - C - C	15,09 b
4. Tm	14,31 b
5. Tmo	26,46 c
6. Tm - MF - Fp	24,72 c
7. Tm - C - C	27,72 c

C.V. = 26,7 %

* Os números seguidos da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5. Efeito das práticas de rotação de culturas e adubação nas características do solo e na produtividade do tomate.

Práticas Agrícolas	pH	Al ⁺³	Ca ⁺² + Mg ⁺²	P	K	M.O.	N	Produção
	(1:2,5)	(meq/100g)	(ppm)...	.. (%)...		(t/ha)
Cultivo com rotação	6,0	0,27	2,4	20	149	0,86	0,07	18,65
Cultivo sem rotação ^a	5,7	0,45	1,6	22	105	0,44	0,04	8,30
Cultivo com adubação ^a	6,5	0,16	3,1	30	169	0,80	0,06	22,25
Cultivo sem adubação	5,3	0,50	1,2	12	100	0,64	0,05	8,15

^a Não se considerou o cultivo do tomate com adubação mineral e orgânica.

QUADRO 6. Correlação entre a produtividade do tomate e algumas características do solo.

Características do Solo	Coefficiente de Correlação
Matéria orgânica	0,75*
pH	0,88*
Alumínio	- 0,75*
Nitrogênio	0,74* → não tem
Fósforo	0,75*
Potássio	0,90*
Cálcio + Magnésio	0,85*

* Significativo ao nível de 5%.

28

nio. Isto demonstra a importância que estas características podem ter como indicadores da capacidade produtiva do solo.

3.3.3. Conclusões

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- 1) A rotação trienal do tomate com dois anos de capoeira, proporcionou os maiores teores de matéria orgânica, nitrogênio e cálcio + magnésio no solo.
- 2) O cultivo anual do tomate sem adubação, apresentou os mais baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e cálcio + magnésio no solo. Nesse mesmo tipo de cultivo anual, porém adubado, os teores de matéria orgânica e nitrogênio, continuaram sendo os mais baixos.
- 3) A prática da adubação, condicionou um aumento nos teores de matéria orgânica e dos nutrientes do solo. Esse incremento foi maior, quando a adubação foi orgânica e mineral.
- 4) Tanto a adubação, como o sistema de cultivo, interferiram na produtividade do tomate.
- 5) As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos dos dois tipos de rotação trienal em que o tomate foi adubado, e no cultivo anual do tomate com adubação mineral e orgânica.
- 6) Nos cultivos do tomate anual e na rotação do tomate com milho e feijão consorciado mais feijão de porco, ambos sem adubação, foi onde ocorreram as mais baixas produtividades.

- 7) A produtividade do tomate correlacionou-se diretamente com os teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio + magnésio e pH e inversamente com os de alumínio do solo.

4. RECOMENDAÇÕES

A fim de se mantêr a capacidade produtiva dos solos agrícolas das regiões semi-áridas semelhantes a essa em que foi realizada esse trabalho, se faz as seguintes recomendações:

- 1) Evitar o máximo possível a movimentação do solo pelos implementos agrícolas.
- 2) Fazer sempre rotação de culturas.
- 3) Utilizar a prática de pousio do solo ("resting"). por um período de no mínimo dois anos.
- 4) A vegetação nativa surgida no período de pousio deve ser seifada e deixada sobre a superfície do solo para formar uma cobertura morta ("mulching") antes do novo plantio que se segue.
- 5) As práticas de rotação de cultura e pousio do solo serão mais eficientes se forem feitas em faixas em curva de nível.
- 6) Fazer faixas de retenção (renques) com vegetação perene porém que não seja invasora, como os capins elefantes e sempre-verde.
- 7) Desde que seja possível, fazer adubação de acordo com as informações da análise do solo e/ou dos resultados de pesquisa quando existentes na região.

LITERATURA CITADA

ADAMS, J.E. Residual effects of crops rotations on water intake, soil loss, and sorghum yield. Agron. Jour. 66(2): 299-8, 1974.

BERTONI, J. Conservação do solo, Campinas, IAC, 1968. 52 p.

_____, J., LOMBARDI NETO, F., BENATTI, R. Metodologia para determinação de perdas por erosão. Campinas, IAC, 1975, 14 p.

_____, J. Sistemas coletores para determinação de perdas por erosão. Bragan-
tia, 9: 147-55, 1949.

BLACK, A.L. Crop residue, soil water, and soil fertility related to spring wheat production and quality after fallow. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37 (5): 754-8. 1973 a.

_____. Soil property changes associated with crop residue management in a wheat - fallow rotation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37(6): 943-6. 1973.b.

_____. & SIDDNOWAY, F.H. Winter wheat recropping on dryland as affected by stubble height and nitrogen fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. J., 41 (6): 1186-90. 1977.

BROWNING, G.M. & NORTON, R.A. Tillage, structure, and irrigation: tillage practices with corn and ^{soybeans} soybeans in Iowa. Soil Sci. Soc. Proc. 12:491-496, 1947.

_____, F.L. & RUSSEL, J.C. Effect of stubble mulch on soil erosion and runoff. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7: 78-81, 1942.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate intake of water by the soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4: 60-64, 1939.

- ESCOBAR, E.; MARTINEZ, N. & BLASCO, M. Mineralización del carbon y nitrogeno en los suelos del Putumayo, Amazonas colombiano. Efectos de la celulosa y temperatura. Turrialba. 22 (1): 47-52. 1972.
- FREITAS, M.B. O solo de Pesqueira e sua conservação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., Recife, 1951. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. s.d.t. 2, p. 843-914.
- GOEPFERT, C.F. & FREIRE, J.R.J. Efeito da calagem e fósforo em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 12., Curitiba, 1969. Anais. Rio de Janeiro. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1971. p. 63.
- HOBBS, J.A. & THOMPSON, C.A. Effect of cultivation on the nitrogen and organic carbon contents of a Kansas Argiustoll (Chernozem). Agron. J., 63 (1): 66-68. 1971.
- HSU, P.H. Fixation of phosphate by aluminium and iron in acidic soils. Soil Sci., 99: 398-402. 1965.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C. & SILVEIRA, C.O. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, SUDENE, 1972. v. 2 (SUDENE, Série Pedologia, 14).
- JONES, J.N.; MOODY, J.E.; LILLARD, J.H. Effects of tillage, no tillage and mulch on soil water and plant growth. Agron. J. 61(5): 719-21, 1969.
- LAL, R. No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. Soil Sci. Soc. Am. J. 40 (5): 762-768, 1976.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. & BENATTI, R. Manejo do solo e dos restos culturais do milho e perdas por erosão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, SP., 1975. Anais. Campinas, SP., Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 537-40.

MARQUES, J.Q.A. Determinação de perdas por erosão. Arch. Fitot. del Uruguay 4(3): 505-56, 1951.

McINTOSH, J.L. & VARNEY, K.E. Accumulative effects of manure and N on continuous conr and clay soil. II. Chemical changes in soil. Agron. J., 65 (4): 629-33. 1973.

MOODY, J.E., JONES, J.N., LILLARD, J.H. Influence of straw mulch on soil ^{moisture} moisture, soil temperature and the growth of corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27(6):700-3, 1963.

OVESON, M.M. Conservation of soil nitrogen in a wheat summer fallow farming practives. Agron., J., 58:444-7. 1966.

PEREIRA, J.R. & SIQUEIRA, F.B. Alterações nas características químicas de um oxisol~~o~~ sob irrigação. Pesq. Agrop. Bras. 14 (2): 189-95. 1979.

REIS, A.C.S. Contribuição ao estudo do clima de Pernambuco. Cadernos Cons. Desenv. Pernambucano. Série I. Agricultura. Recife, CONDEPE, 1970. nº 1, 56 p.

SMIKA, D.E.; BLACK, A.L. & GREB, B.W. Soil nitrate, soil water, and grain yields in wheat - fallow rotation in the Great Plains as influenced by straw mulch. Agron. J., 61 (5): 785-7. 1969.

TUCKER, B.B.; COX, M.B. & ECK, H.V. Effect of rotations, tillage methods, and N fertilization on winter wheat production. Agron. J., 63 (5): 699-702. 1971.

VAN BAVEL, C.H.M. & SCHARLLER, F.W. Soil aggregation, organic matter, and yields in a long - time experiment as affected by crop management. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 15: 399-404. 1950.

- VAN SCHREVEN, D.A. A comparison between the effect of fresh and dried organic materials added to soil on carbon and nitrogen mineralization. *Plant and Soil*, 20: 149-64, 1964.
- VINE, H. Experiments on the maintenance of soil fertility at Ibadan, Nigeria. *Emp. J. Exp. Agric.*, 21 (82): 65-85. 1953.
- VETTORI, L. Métodos de análise do solo, (EPE), Rio de Janeiro, 1969. 24 p. (Boim. Téc., 7).
- WILKINSON, G.E. Rainfall characteristics and soil erosion in the rainforest areas of Western Nigeria. *Exp. Agric.* 11(4): 242-7. 1975.
- WISCHMEIER, W.H. & MANNERING, J.V. Relation of soil properties and erodibility. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 131-137, 1969.