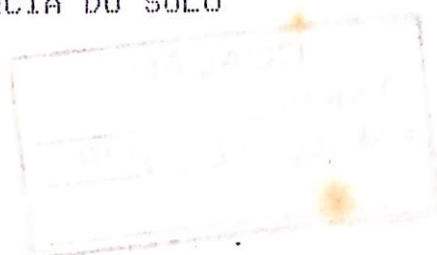


UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

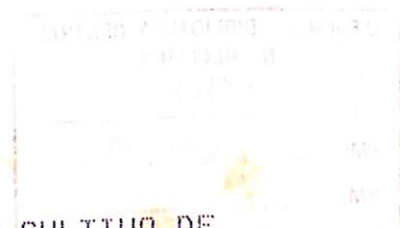
INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO



TESE



MANEJO DE MATERIAL ORGÂNICO PARA O CULTIVO DE
INVERNO DE QUIABO E MANDIOCA EM SOLO ARENOSO.

ALUÍSIO GRANATO DE ANDRADE

1992

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

MANEJO DE MATERIAL ORGÂNICO PARA O CULTIVO DE
INVERNO DE QUIABO E MANDIOCA EM SOLO ARENOSO.

Eng^o. Agrônomo ALUÍSIO GRANATO DE ANDRADE

Sob a orientação dos professores:

Dr. HELVÉCIO DE-POLLI e

Dr. DEJAIR LOPES DE ALMEIDA.

Tese submetida como requisito
parcial para a obtenção do grau
de Magister Scientiae em
Agronomia, área de concentração
em Ciência do Solo.

ITAGUAÍ, RIO DE JANEIRO

NOVEMBRO de 1992.

T
631.584
A 553 m

TESE

MANEJO DE MATERIAL ORGÂNICO PARA O CULTIVO DE
INVERNO DE QUIABO E MANDIOCA EM SOLO ARENOSO.

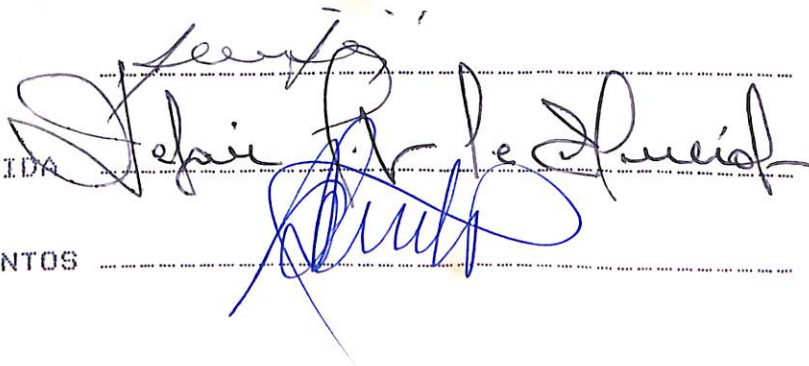
ALUÍSIO GRANATO DE ANDRADE

APROVADO EM 18 / 12 / 1992.

HELVÉCIO DE-POLLI
(EMBRAPA-CNPBS)

DEJAIR LOPES DE ALMEIDA
(EMBRAPA-CNPBS)

GABRIEL DE ARAÚJO SANTOS
(UFRRJ-D^o DE SOLOS)

Three handwritten signatures in blue ink are written over horizontal dotted lines. The first signature is at the top, the second is in the middle, and the third is at the bottom. The signatures are stylized and cursive.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Helvécio De-Polli, pela orientação tranquila e eficiente, pela amizade e estímulo para desenvolver este trabalho.

Ao Dr. Dejair Lopes de Almeida, pela amizade, sugestões no trabalho e incentivo a profissão.

Ao técnico agrícola Ernani Corrêa de Meireles e a todos os funcionários do campo experimental da EMBRAPA/CNPBS, pela grande colaboração na implantação e condução do experimento.

A bibliotecária Dorimar dos Santos Félix pela cooperação na revisão de literatura e normalização das referências bibliográficas, e também aos demais funcionários da biblioteca: Margarida, Marcelo e Zézinho.

A toda equipe do laboratório de micorrizas da EMBRAPA/CNPBS pela disposição em ajudar.

Aos integrantes do laboratório de solos da EMBRAPA/CNPBS pelo auxílio no processamento das análises de solos, nitrogênio e carbono.

Ao colega Marcos Gervásio pela colaboração na execução das análises granulométricas do solo.

Ao amigo Marcos pelo auxílio nas análises estatísticas e no uso dos computadores.

A Dr^{ma}. Maria do Carmo pela ajuda na avaliação da infestação de nematóides na cultura do quiabeiro.

A EMBRAPA pelo apoio institucional e a todos os seus funcionários que direta ou indiretamente contribuíram para que esta tese fosse concluída.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Departamento de Solos pela possibilidade de efetuar o curso de Mestrado em Agronomia e ampliar meus conhecimentos.

Aos amigos Fábio, João e Adriana e a todos os demais colegas pela convivência e apoio na vida pessoal e profissional.

A minha família pela confiança e amor que sempre me dedicaram.

A Deus e a todas as forças do bem por me manterem com saúde e com muita vontade de viver e crescer.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Aluísio Granato de Andrade, filho de Mariana Aparecida Granato de Andrade e José Ibraim de Andrade, nascido em 8/1/1966 em Volta Redonda, Rio de Janeiro.

Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em agosto de 1988.

Bolsista do CNPQ de agosto de 1988 a agosto de 1992.

A minha família, amigos e
namoradas, pelas alegrias
dos momentos felizes e
pelo apoio nas fases
difíceis. É muito bom
conviver com vocês.

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1: Características químicas do solo.....	37
TABELA 2: Características químicas do esterco.....	38
TABELA 3: Datas de condução e avaliação do experimento.....	38
TABELA 4: Peso de matéria seca da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea em função dos tratamentos e da forma de cultivo.....	43
TABELA 5: N total da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea em função dos tratamentos e da forma de cultivo.....	44
TABELA 6: N total da parte aérea da mandioca (plantas colhidas aos sete meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	53

TABELA 7: Peso de matéria seca da parte aérea da mandioca (plantas colhidas aos sete meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	54
TABELA 8: Produção de raízes da mandioca (colhida aos oito meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	55
TABELA 9: N total da parte aérea do quiabeiro (plantas colhidas aos três meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	61
TABELA 10: Peso de matéria seca da parte aérea do quiabeiro (plantas colhidas aos três meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	62
TABELA 11: Produção de frutos do quiabeiro em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.....	63

RESUMO

No ano agrícola 90/91 foi realizado um experimento no campo experimental da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (CNPBS), Itaguaí, RJ em Planossolo série Ecologia, objetivando adequar a adubação orgânica com esterco bovino e/ou com adubo verde para as culturas de quiabo e mandioca, e também observar o melhor manejo para solos arenosos, comparando-se o cultivo mínimo com o cultivo convencional e a incorporação ou não da vegetação. Inicialmente semeou-se duas leguminosas para adubação verde no verão, feijão-bravo-do-Ceará (*Canavalia brasiliensis*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e deixou-se a vegetação espontânea (VE) crescer pelo mesmo período. Ambas foram cultivadas e manejadas após o corte de duas formas: cultivo convencional, sendo incorporada ao solo a vegetação após o corte; e cultivo mínimo, mantendo os materiais vegetais após o corte em cobertura sobre o solo. As produções médias de fitomassa seca (kg/ha) foram: feijão-bravo = 5829 (2,16% N), feijão-de-porco = 6241 (2,34% N), feijão-de-porco adubado com 5 toneladas de esterco/ha = 6185 (2,70% N), feijão-de-porco semeado em parcelas com resíduo de esterco = 5320 (2,35% N) e VE = 4803 (1,87% N). Na fase seguinte dividiu-se as parcelas ao meio e plantou-se quiabo e mandioca. A produção de quiabo foi incrementada principalmente com os tratamentos: VE + 30 toneladas de esterco/ha e feijão-de-porco adubado com 5 toneladas de

esterco/ha + 15 toneladas de esterco/ha. Este aumento foi da ordem de 80% a mais que o segundo melhor tratamento em que se usou apenas a adubação verde com feijão-de-porco, o qual promoveu acréscimos de 166 e 283% em relação ao tratamento em que se aplicou 60 kg de N mineral/ha suplementar e ao tratamento testemunha respectivamente. A cultura da mandioca foi pouco influenciada pela aplicação de esterco, adubo verde e/ou N mineral. Já o preparo mínimo do solo e a forma de manejo após o corte da vegetação deixada em cobertura sobre o solo, elevaram em 96% a produção de mandioca e em 68% a produção do quiabeiro em comparação ao manejo em que se incorporou os materiais orgânicos ao solo. Estes resultados demonstram que estas técnicas conservacionistas podem ser viáveis para implantação de culturas de ciclo médio a longo em solo arenoso.

MANAGEMENT OF ORGANIC MATERIAL FOR OKRA AND CASSAVA
CROPS AT WINTER SEASON IN A SAND SOIL.

ABSTRACT

A field experiment at EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (CNPBS), Itaguaí, Rio de Janeiro in a Planosol soil Ecologia series was conducted to evaluate cattle manure amendment (CMA) and green manuring for okra and cassava crops. Also was evaluated the treatments of minimum tillage and conventional (plough down and disk in) soil management system. It was grown at summer time, in diverse situations, two legumes for green manuring: feijão-bravo-do-Ceará (*Canavalia brasiliensis*) and jack bean (*Canavalia ensiformes*) and spontaneous vegetation as a control. Dry matter productions were (kg/ha): feijão-bravo-do-Ceará = 5829 (2.16% N), jack bean = 6241 (2.34% N), jack bean with 5 metric ton/ha of CMA = 6.185 (2.70% N), jack bean in a plot with residual manuring = 5320 (2.35% N) and spontaneous vegetation = 4803 (1.87% N). The green manuring was followed by the okra and cassava crops also with treatments of CMA for these crops. Okra productivity was greater in a treatments of 30 metric ton/ha of CMA and in a

treatment of jack bean with 5 metric ton/ha of CMA plus 15 metric ton/ha of CMA for the okra. These two treatments were 80% higher than the second best treatment of green manuring with jack bean only, that resulted to be better (166% higher) than 120 kg/ha N-urea and better (283% higher) than the control. Cassava had no response for CMA, green manuring or N-urea fertilization. Minimum tillage was 96% higher for cassava production and 68% higher for okra production compared with conventional management. These results show some viability of these more conservationist practices for large or medium cicle crops.

1 - INTRODUÇÃO

A ocorrência de solos de textura arenosa é bastante representativa no território nacional. A baixa capacidade de retenção de água e nutrientes desses solos dificulta o desenvolvimento da maioria das culturas. Assim, tem sido recomendado manter estas áreas com sua vegetação nativa, ou utilizá-las para pastagens e/ou cultivos perenes, principalmente reflorestamento. Porém, devido a falta de um planejamento adequado de uso e ocupação dos solos e a crescente demanda na produção de alimentos, o que se verifica atualmente, é a exploração de muitas destas áreas com monoculturas, além de também estarem sendo indicadas para assentamentos da reforma agrária, tornando necessário maiores estudos sobre o manejo desses solos.

Vários autores têm descrito os benefícios da matéria orgânica para as propriedades do solo. Destacando-se dentre as propriedades físicas, a formação de agregados com as partículas minerais do solo, o que melhora a estrutura e propicia boas condições de aeração e infiltração de água no solo. Dentre os efeitos químicos, o aumento da CTC tem sido

citado como um dos efeitos mais importantes, principalmente para solos de baixa CTC, como os de textura arenosa, sendo ainda de relevância o fornecimento de nutrientes e a complexação do alumínio tóxico. Para as propriedades biológicas do solo a matéria orgânica pode atuar indiretamente através das melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, e diretamente como fonte de energia e nutrientes para os organismos do solo.

A adubação verde com leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico, além de promover a manutenção e/ou aumento dos teores de matéria orgânica do solo, vem demonstrando ser uma alternativa econômica de se fornecer nitrogênio às plantas, elemento que tem onerado o custo de produção de muitas culturas.

O sucesso da adubação verde depende dentre outros fatores de uma boa produção de massa verde, o que exige a seleção de plantas adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas.

Em experimentos com adubação verde de entressafra realizados anteriormente no solo em estudo, não se obteve bom desenvolvimento das leguminosas testadas. A produção de massa seca e N total encontrada foi considerada média para o guando e o lablab e baixa para o amendoim (De-Polli e Almeida, comunicação pessoal), o que fez com que se avaliasse a eficiência de outras leguminosas no verão, onde a maior quantidade de chuvas e luminosidade, e temperaturas

mais altas possam favorecer o crescimento desses adubos verdes.

Além da época e da espécie vegetal, a escolha correta da forma de manejo após o corte pode ser fundamental para o êxito da adubação verde em solo arenoso. De-Polli e Chada (1989), observaram que, a incorporação da vegetação de entressafra em um Podzólico Vermelho-Amarelo, ao invés de deixá-la em cobertura, propiciou maior produtividade para o milho. Sendo o tratamento com crotalária/feijão-de-porco incorporado o que promoveu a maior produção de grãos. Porém a mucuna em cobertura deu o mesmo efeito que incorporada. Já recentes trabalhos conduzidos em Areias Quartzozas, mostraram a importância do cultivo mínimo e da manutenção em cobertura dos adubos verdes para a cultura da mandioca (Mandioca ..., 1991). O que mostra que a forma mais indicada de adição dos materiais orgânicos ao solo, depende das características do solo, com destaque para a textura, das exigências da cultura a ser explorada, e da composição dos materiais orgânicos em uso, buscando sempre a melhor relação possível entre a conservação do solo e a máxima produção das lavouras.

A maioria dos trabalhos com adubação verde tem descrito a viabilidade ou não desta técnica para culturas de ciclo curto (Sticler et al., 1959; Viegas et al., 1960; Fleming et al., 1981; Ebelhar et al., 1984; Vasconcellos et al., 1984; Chagas et al., 1981; Fabrício et al., 1984 e De-

Polli e Chada, 1989), mas são poucos os que enfocam culturas de ciclo médio a longo como o quiabo e a mandioca.

Cultivada em todas as regiões tropicais do planeta, a mandioca é utilizada como alimento básico por milhões de pessoas, sendo o Brasil o principal produtor. Devido a sua alta rusticidade e variada utilidade (Informe Agropecuário, 1987) representa um grande potencial para solos arenosos.

Segundo Conceição (1981), a capacidade da mandioca produzir em áreas onde poucas culturas conseguem rendimento satisfatório, está ligada ao grande desenvolvimento e penetração de suas raízes fibrosas, atingindo níveis não alcançados pelas culturas anuais, explorando portanto, um grande volume de terra. Aliado a esta característica, acredita-se atualmente, que a associação com microrganismos do solo é que confere à mandioca esta grande habilidade de produzir em solos pobres em nutrientes. Muitas referências têm descrito a alta dependência da cultura da mandioca por fungos micorrízicos vesícula e arbusculo (YOCUM *et al.*, 1989; Kang *et al.*, 1980; Ezeife e Carvalho, 1982; Carvalho *et al.*, 1982; Stevending e Howeler, 1985; Howeler *et al.*, 1987 e Dodd *et al.*, 1990), os quais através do desenvolvimento de hifas externas em suas raízes, aumentam a capacidade de absorção de nutrientes, principalmente o fósforo, elemento de baixa disponibilidade na maioria dos solos brasileiros.

Outras investigações sobre a rusticidade da cultura da mandioca têm sido propostas. Bolota e Dobereiner

(comunicação pessoal), revisando dados da literatura sobre a aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura da mandioca, não encontraram respostas consistentes (Nunes et al., 1974; Silva e Freire, 1968; Cruz et al., 1973 e Gomes et al., 1979), e assim propuseram uma explicação através da possível ocorrência de uma associação com microrganismos fixadores de nitrogênio atmosférico.

O Estado do Rio de Janeiro, em especial a Baixada Fluminense, possui grande percentual de solos de natureza arenosa. Esta região possui boas condições climáticas para o plantio de quiabo e mandioca o ano inteiro. Olerícola rica em vitaminas e proteínas, a cultura do quiabo vem sofrendo sérios prejuízos devido ao ataque por nematóides, os quais têm se proliferado por várias áreas na região, principalmente em solo arenoso. O uso de determinados materiais orgânicos no controle desses patógenos tem mostrado resultados promissores para sanar este problema, destacando-se alguns adubos verdes, esterco, serragem, tortas vegetais, farelos, bagaços, manipueira e vinhaça (Ferraz, 1992). Dentre as espécies de leguminosas para adubação verde utilizadas no controle de nematóides, pode-se citar a *Mucuna* spp. (Ferraz, 1965; Tenente e Lordello, 1980; Resende e Ferraz, 1986; Asmus e Ferraz, 1988; Santos e Ruano, 1987), e a *Crotalaria* spp. (Lordello, 1973; Huang e Silva, 1980; Jaehn 1984; Jaehn e Rebel, 1984; Sharma e Scolari, 1984), como as mais eficientes.

Diante do alto custo dos fertilizantes químicos, principalmente os adubos nitrogenados, da baixa CTC e do crescente estágio de degradação dos solos arenosos, a adequação de formas de manejo de materiais orgânicos para as diferentes culturas com potencial para estes solos, representa uma importante alternativa para viabilização de sistemas agrícolas auto-sustentáveis nestas áreas. Dessa forma, o presente trabalho, tem como objetivos adequar a adubação orgânica com esterco bovino e/ou com adubo verde, para as culturas de quiabo e mandioca, e também observar o melhor manejo para solos arenosos, comparando-se o cultivo convencional com o cultivo mínimo e a incorporação ou não da vegetação.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Manejo de solo arenoso.

Para se obter a máxima produtividade das culturas nas diferentes condições edafoclimáticas do país, necessita-se conhecer cada um dos componentes do sistema de produção, buscando dar o melhor aproveitamento possível aos recursos naturais de cada região. Dessa forma, os estudos sobre manejo de solos são de grande importância, assim como de todos os demais fatores envolvidos.

Visando identificar algumas particularidades dos solos arenosos, quando comparados aos argilosos, a presente revisão destaca a ocorrência e as características principais dos solos de textura arenosa e a influência das diferentes formas de preparo do solo e manejo de materiais orgânicos, para a produção agrícola e conservação desses solos.

2.1.1 - Ocorrência e características de solos arenosos.

Grande parte dos solos brasileiros possuem textura arenosa, argilosa ou mistura destas duas frações. Os solos de textura arenosa ocorrem em todo o território nacional, abrangendo quase toda a região litorânea e sendo de grande

expressão geográfica nos Estados da Bahia, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Amazonas (Ramos, 1991). Podendo-se incluir ainda os Latossolos sob vegetação de cerrado da região Centro-Oeste, que mesmo quando apresentam textura argilosa ou muito argilosa, possuem, segundo Freitas (1991), comportamento físico similar ao de solos arenosos, com alta capacidade de infiltração, baixa capacidade de troca de cátions e grande volume de macroporos, o que se deve ao alto índice de agregação e ao grande percentual de óxidos de ferro e alumínio presente nestes solos.

De acordo com dados da EMBRAPA (1979), para que um solo seja incluído na classe textural arenosa, deverá ter no máximo 15% de argila, quando se tenha zero de silte e, no máximo, 30% de silte, quando se tenha zero de argila.

A principal limitação dos solos arenosos está associada ao fato de sua fração mineral ser predominantemente quartzosa, cuja capacidade de retenção de água e nutrientes é praticamente nula. O que faz com que estes solos tenham baixo potencial para a agricultura.

O uso indevido destas áreas com extensas plantações de arroz e soja, tem acarretado a formação de verdadeiros desertos. Como é o caso de Alegrete no Rio Grande do Sul e de grandes áreas no noroeste do Paraná (Ramos, 1991).

A fragilidade inerente a estes solos exige uma cobertura vegetal permanente. Nesse sentido, é conceito geral, que o melhor uso para estas áreas é a preservação

ambiental, ou utilizá-las com pastagens e/ou culturas perenes, principalmente reflorestamento.

O manejo destas áreas com práticas agrícolas que causem grande mobilização do solo, levam a uma rápida mineralização de suas frações orgânicas, fazendo com que o pequeno potencial agrícola destas terras seja perdido em poucos anos.

Apesar de possuir sérias limitações, os solos arenosos apresentam algumas características desejáveis para grande parte das atividades agrícolas: geralmente distribuem-se em relevos planos a suave ondulados e são mais leves de se trabalhar, o que facilita e economiza energia nas operações de preparo do solo e semeadura, praticamente não têm problemas de adsorção de fosfatos e possuem boa capacidade de infiltração de água.

O solo em que foi efetuado o presente trabalho, foi classificado a nível de série por Mendes et al. (1954) como Ecologia, onde ainda foi dividido em dois tipos: Ecologia arenoso e Ecologia limoso, dependendo do maior ou menor teor de areia respectivamente no horizonte superficial, e foi enquadrado na classe dos Planossolos por Ramos et al. (1973).

Estes solos se distribuem nas planícies onduladas típicas da Baixada de Sepetiba, avançando até as encostas das pequenas elevações do arqueano, constituindo uma área de aproximadamente 543 ha na região (Mendes et al., 1954).

Suas principais características são a presença de

um horizonte superficial de textura arenosa cuja espessura pode variar de trinta a quarenta centímetros até dois metros de profundidade, e logo abaixo encontra-se um horizonte glei com textura bem mais argilosa. Apresentam em geral boas condições de drenagem, com excessão quando o horizonte glei está próximo à superfície.

São solos de baixa CTC, em geral com baixos teores de matéria orgânica e nutrientes, especialmente na zona arenosa do perfil, onde possuem grande permeabilidade e um elevado número de fitonematóides em alguns locais, o que pode limitar o cultivo de espécies suscetíveis a estes parasitas.

Além dos Planossolos, outras classes de solos possuem textura arenosa. Podendo-se destacar as Areias Quartzozas por terem textura arenosa praticamente em todo perfil.

Segundo Oliveira et al. (1992), esta classe compreende solos minerais, casualmente orgânicos na superfície, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzozos, com textura areia ou areia franca ao longo de, pelo menos, uma profundidade de dois metros da superfície.

As Areias Quartzozas ocorrem ao longo da faixa litorânea, especialmente no Rio Grande do Sul, no Sul de Santa Catarina, Norte da Bahia e da Paraíba até o Piauí, onde as Areias Quartzozas predominam. Na parte continental, as Areias Quartzozas também ocupam áreas representativas nos

Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Oeste e Norte da Bahia, Sul do Pará, Sul e Norte do Maranhão, Piauí e Pernambuco (EMBRAPA, 1981; citado por Oliveira, 1992).

Diante do grande percentual de ocorrência de solos arenosos no país, são de grande relevância maiores estudos sobre suas características e as formas mais adequadas de manejá-los, para se alcançar produções economicamente viáveis nestas áreas.

2.1.2 - Técnicas de preparo do solo.

Por preparo do solo entende-se comumente como sendo a operação ou conjunto de operações, dependendo do sistema de cultivo, que antecede a semeadura e tem como objetivo principal alterar algumas de suas propriedades físicas, visando favorecer o crescimento inicial das plantas (Alvarenga et al., 1987).

Em relação às culturas, o preparo do solo deverá promover boas condições de aeração e umidade até determinada profundidade, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e levando a uma máxima produção vegetal, de acordo com o potencial genético da planta e as condições edafoclimáticas.

Dentro da ótica conservacionista, o preparo do solo deverá manter a agregação e a estrutura do solo e aumentar a capacidade de infiltração, tornando mínima a ação dos processos erosivos.

Sendo assim, quando o solo apresenta boas

condições para o desenvolvimento da cultura, deve-se procurar formas de cultivo que preservem suas características naturais.

O chamado preparo convencional do solo consiste basicamente de uma aração de discos e duas gradagens niveladoras, podendo variar o número dessas operações em função das condições do solo e do implemento utilizado.

Muitos trabalhos, comparando o cultivo convencional com o cultivo mínimo e o plantio direto, têm mostrado que, de maneira geral, práticas que mobilizam menos o solo têm proporcionado um bom controle da erosão, maior disponibilidade de fósforo e água e um maior número de oligochetas (Eltz et al., 1977; Nunes Filho et al., 1987; Vieira et al., 1978; Sidiras et al., 1982 e Voss, 1986).

Nas condições tropicais, a intensa movimentação do solo destrói a matéria orgânica, a estrutura e os agregados do solo muito rapidamente, tornando as áreas agricultadas cada vez mais vulneráveis aos fenômenos climáticos, e conseqüentemente trazendo a erosão (Calegari et al., 1992).

Eltz et al. (1977), estudando diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado distrófico, franco arenoso, relataram que as pastagens e o cultivo mínimo do solo são bastante eficientes no controle da erosão.

Definido por Muzilli (1981), como sendo a técnica de colocação da semente em sulcos ou covas em solo não revolvido, com larguras e profundidades suficientes para

obter adequada cobertura e contato da semente com o solo, o plantio direto tem sido apontado como uma das técnicas mais eficazes no controle da erosão.

Nunes Filho et al. (1987), comparando os efeitos entre sistemas de cultivo de milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo por oito anos, observaram que tanto as maiores perdas anuais de terra como de água, ocorreram no solo cultivado da maneira convencional, enquanto as menores foram constatadas no método de plantio direto.

Benatti et al (1977), observando as perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo, verificaram que o plantio direto reduziu as perdas de solo em 20% num Latossolo Roxo e em 63% num solo Podzolizado Lins e Marília. Posteriormente, Benatti et al. (1984), encontraram redução de 59% nas perdas de terra e de 34% para as perdas de água para um Latossolo sob plantio direto quando comparado ao cultivo convencional.

Eltz et al (1984a), num total de quatro anos de observações em um Podzólico Vermelho-Amarelo textura média, verificaram que a sucessão aveia-tremço-milho em plantio direto, reduziu em 69,3% as perdas de solo e 30,2% as perdas de água em relação ao preparo convencional; e a sucessão cevada-aveia-soja em plantio direto, reduziu 53,6% as perdas de solo e 14,5% as perdas de água em comparação ao preparo convencional. Ainda segundo Eltz et al. (1984b), trabalhando em solo Laterítico Bruno Avermelhado, verificaram que a cobertura do solo com restos culturais e com pastagens

permanentes, assim como a mínima mobilização do solo e a rotação entre culturas anuais e pastagens, foram muito eficientes no controle da erosão hídrica do solo.

Vieira et al (1978), avaliando diferentes métodos de preparo do solo para o cultivo da soja em um solo Laterítico Bruno Avermelhado distrófico franco-argilo-arenoso, observaram que nos tratamentos que envolveram aração, as perdas foram em torno de três vezes maiores para fósforo, cinco vezes maiores para matéria orgânica, ligeiramente superiores para cálcio e magnésio e duas e meia vezes menores para potássio.

Além do empobrecimento em matéria orgânica e muitos nutrientes, outro problema decorrente da mecanização intensiva, é a formação de uma zona compactada logo abaixo da camada revolvida, trazendo grande dificuldade de penetração para as raízes da maioria das plantas cultivadas, além de diminuir a capacidade de infiltração de água do solo, o que agrava os processos erosivos. Esta problemática atinge principalmente os solos com textura argilosa, onde quanto maior o teor e a atividade da argila, maior a capacidade do solo de se moldar, e assim, maiores são as chances de se formar camadas compactadas. Já os solos arenosos, raramente apresentam problemas de compactação, pois as areias não possuem a capacidade de se moldar.

Machado e Brum (1978), analisando a influência de sistemas de cultivo sobre algumas propriedades de um Latossolo Roxo distrófico textura argilosa, concluíram que o

sistema convencional de cultivo causou uma compactação no solo e maiores perdas de matéria orgânica que o método de plantio direto. Ainda Machado et al. (1981), avaliando as características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura argilosa sob cinco condições de uso: vegetação de mata virgem, de campo nativo e sistema de preparo convencional durante quatro, oito e quatorze anos com plantio de trigo e soja durante os respectivos anos, observaram que o preparo convencional do solo nos quatro primeiros anos, não modificaram suas propriedades físicas. A partir do oitavo ano de cultivo, foram alteradas a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a microporosidade. Essas alterações foram mais evidentes no décimo quarto ano de cultivo, indicando um alto grau de compactação do solo.

Outros efeitos do preparo do solo têm sido relatados na literatura. Sidiras e Pavan (1985), estudando a influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade, verificaram que o plantio direto e a cobertura permanente do solo em comparação com o plantio convencional, proporcionaram aumentos no pH, CTC efetiva, cálcio, magnésio e fósforo e diminuições na saturação de alumínio, principalmente na camada superficial (0-20 cm). Aumento na concentração de nutrientes na superfície do solo (0-10 cm) em sistemas de plantio direto, também foi encontrado por Centurion et al. (1985). Já Muzzilli (1983), evidenciou maior deficiência de nitrogênio e maior disponibilidade de fósforo

para as culturas de milho e trigo em plantio direto em relação ao cultivo convencional. Assim como para a acumulação de nutrientes, a distribuição e a manutenção da matéria orgânica no solo pode variar bastante em função do manejo adotado, provavelmente, em função das diferentes condições de solo, clima, tipos de implementos e espécies vegetais utilizadas.

Muzzilli (1983), analisando a distribuição da matéria orgânica em um Latossolo Roxo, verificou que o teor de matéria orgânica encontrado na camada superficial (0-5 cm) no plantio direto era ligeiramente superior ao encontrado no plantio convencional. Entretanto, em Latossolo Vermelho-Escuro, o conteúdo de matéria orgânica encontrado no plantio convencional foi superior ao plantio direto na camada entre 5 e 25 cm de profundidade, não apresentando diferença significativa na camada superficial (0-5 cm). Conclui ainda que, em ambos os solos, e em qualquer dos sistemas de cultivo testados, houve um incremento de matéria orgânica no solo em relação ao teor inicial.

Lal (1974), trabalhando com a cultura do milho em área anteriormente sob floresta secundária tropical, observou uma menor redução no conteúdo de carbono orgânico em plantio direto do que em convencional, em comparação ao nível inicial de carbono.

Blevins et al. (1977), após cinco anos de observações evidenciaram acúmulos de carbono e nitrogênio orgânicos na camada de 0-5 cm de profundidade em solo franco

siltoso sob plantio direto, e quando submetido ao plantio convencional, entre 5-15 cm, não encontrando diferenças entre os sistemas de manejo na camada de 15-30 cm de profundidade. Mostrando novamente que práticas de cultivo mínimo e plantio direto tendem a acumular matéria orgânica e nutrientes em superfície, enquanto o preparo convencional leva a uma maior concentração desses elementos em profundidade. Alguns autores acreditam que os sistemas de cultivo mínimo e plantio direto promovem uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, principalmente para as culturas anuais, as quais concentram a parte mais ativa de suas raízes em superfície. Segundo Muzilli (1983), a maior movimentação do solo ocasionada pelo preparo convencional, faz com que o adubo se dilua na camada arável, diminuindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Outras referências têm relatado também uma maior disponibilidade de água para as culturas semeadas com cultivo mínimo e plantio direto do que em cultivo convencional. Sidiras et al. (1982), após quatro anos de observações em um Latossolo Roxo distrófico, verificaram que o conteúdo de água no solo sob plantio direto nas profundidades de 3-10 cm, 11-20 cm, e 21-30 cm, superou o convencional em 31%, 20% e 5%, respectivamente. O preparo reduzido ocupou uma posição intermediária, não diferindo estatisticamente do plantio direto ou do preparo convencional.

Centurion e Demattê (1985a), estudando os efeitos dos sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrado, cultivado com soja, observaram que, com excessão da semeadura direta, os demais sistemas de preparo induziram à formação de camadas compactadas, o que ocasionou uma menor taxa de infiltração de água, enquanto a semeadura direta propiciou ao solo maior homogeneidade estrutural, resultando em maior disponibilidade de água para a planta.

Sidiras et al. (1983), avaliando a influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico, verificaram que o plantio direto, apresentou na camada de 0-20 cm de profundidade uma diferença de 4 a 5% superior no teor de água em relação ao preparo convencional. Essa diferença significa maior disponibilidade de água para a cultura em plantio direto, na razão de 36 a 45%, em relação ao preparo convencional. Melhores condições de armazenamento de água pelo solo em plantio direto também foi encontrado por Blevins et al (1971). Essa maior disponibilidade de água e maior resistência a erosão observada em solos sob cultivo mínimo e/ou plantio direto em relação ao cultivo convencional, pode ser explicada segundo vários autores pela melhor estruturação do solo e a maior proporção de restos vegetais deixados sobre o mesmo, quando o solo é manejado com esses sistemas de cultivo.

De acordo com Amemiya (1968), a diferença na maior

ou menor disponibilidade de água no solo em função dos métodos de preparo do solo, é mais notória nos anos em que ocorre déficit hídrico, onde os métodos conservacionistas que retêm mais umidade, favorecem o desenvolvimento das culturas.

A maior estabilidade de agregados de solos sob plantio direto do que em cultivo convencional descrita por Abrão et al. (1979) e Carpenedo e Mielniczuk (1990), ajuda a esclarecer a melhor estruturação encontrada em solos submetidos a sistemas de preparo reduzido quando comparados ao preparo convencional. Segundo Alvarenga et al. (1986), a manutenção dos restos vegetais no plantio direto favorece a formação desses agregados.

A menor variação da temperatura do solo manejado com cultivo mínimo e/ou plantio direto encontrada por Sidiras et al. (1986), soma mais um efeito positivo desses sistemas de cultivo para o desenvolvimento dos vegetais e de toda a vida biológica do solo.

Apesar de alguns trabalhos relatarem que inicialmente o plantio direto apresenta produções inferiores às obtidas em cultivo convencional, tem sido confirmado por várias referências que a manutenção desse sistema leva a maiores rendimentos com o decorrer de novas safras.

Em se tratando especificamente de solos arenosos, os efeitos das diferentes formas de preparo do solo nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas ainda são pouco conhecidos, bem como os que tratam de preparo de solo para

culturas de ciclo mais longo que o das culturas anuais e muitas das vezes com material propagativo diferente, como é o caso da cultura da mandioca.

A extrapolação de dados obtidos em outros tipos de solos, principalmente os de classe textural diferentes, se torna praticamente impossível, pois as características imprimidas por pequenas quantidades a mais de argila em um solo do que noutro, gera propriedades completamente distintas das conferidas pelo maior percentual de areia presente nos solos arenosos. A fração areia possui características de retenção de água e nutrientes, de associação com a matéria orgânica e de estruturação do solo bem diferentes da fração argila. Sendo assim, maiores trabalhos avaliando os efeitos dos diferentes métodos de preparo do solo em solos arenosos e para culturas de ciclo médio a longo como o quiabo e a mandioca são necessários para se obter o melhor manejo para estes solos e para cada tipo de atividade agrícola.

Pela fragilidade inerente a estes solos, é de se esperar que práticas que causem um mínimo de movimentação e mantenham e/ou elevem o conteúdo de matéria orgânica do solo devem ser as mais recomendadas. Nesse sentido, o cultivo mínimo e o plantio direto se mostram como as práticas mais adequadas.

2.1.3 - Manejo de materiais orgânicos.

A importância do uso de materiais orgânicos na agricultura já é reconhecida há mais de mil anos antes de

Cristo. Referências da aplicação de adubos verdes ao solo datam de 1134 a. C., na China, e três séculos a. C. na Grécia. Entretanto, a utilização destes materiais foi desprezada com a introdução maciça dos fertilizantes químicos nos estabelecimentos comerciais.

Atualmente tem se retomado o interesse por fontes alternativas de nutrientes, uma vez que os adubos químicos, principalmente os nitrogenados, são caros e nem sempre sua ação isolada é suficiente para suprir todas as necessidades das culturas para se alcançar produções satisfatórias. Nesse aspecto os materiais orgânicos apresentam grandes possibilidades de uso, tendo em vista que a matéria orgânica além de fornecer nutrientes, pode promover outros benefícios para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Dada a variabilidade de classes de solos, clima e composição dos materiais orgânicos, é relevante identificar dentre outros parâmetros, qual a melhor forma de adição dos diferentes materiais orgânicos ao solo: incorporando-os ao solo através de arados ou grades a cerca de 15 a 20 cm de profundidade, semi-incorporando-os com implementos mais leves, ou apenas deixando-os na superfície do solo. A literatura tem apresentado muitas informações quanto a estas questões.

Miyasaka et al. (1966), investigando os efeitos da incorporação ou não ao solo da massa vegetal não decomposta de leguminosas e de gramíneas na cultura do feijoeiro instalada em um Latossolo Roxo, verificaram que a

incorporação ao solo promoveu uma maior retenção de umidade e menor variabilidade térmica do solo, embora em menor grau que no solo com cobertura morta. Houve uma tendência para formação de maior número de nódulos, principalmente quando a incorporação foi de gramínea, e ainda observou-se um aumento no teor de potássio nas folhas, no desenvolvimento da parte vegetativa e radicular e na produção de sementes do feijoeiro.

Andrade et al. (1984), avaliando os efeitos da incorporação de *Crotalaria juncea* sobre algumas características de uma Terra Roxa Estruturada cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), não observaram mudanças na porosidade total do solo, nos teores de carbono, alumínio trocável, fósforo assimilável, potássio trocável e na atividade microbiana do solo, em nenhuma das épocas de amostragens. Para cálcio + magnésio trocáveis a adubação verde aumentou estes teores no solo. Na densidade aparente observou-se uma diminuição significativa, porém temporária, tanto para a adubação verde com *Crotalaria*, quanto para a incorporação de resíduos do desfibramento desta leguminosa. A incorporação destes dois materiais orgânicos provocou ainda, uma diminuição do pH do solo e não influenciou o desenvolvimento vegetativo inicial da cana-de-açúcar. Todavia a incorporação de resíduos do desfibramento aumentou a porcentagem de brotação, velocidade de emergência e número de colmos por área.

Chagas et al. (1981), incorporando *Leucena* em um

Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de cerrado, obtiveram produção de grãos de feijão equivalente a dos tratamentos com 30 kg de N/ha ou 120 kg de P_2O_5 /ha ou N + P.

Abboud e Duque (1986), avaliando o efeito da incorporação ou não de mucuna preta, Crotalária, lixo, bagaço de cana e vermiculita, em um Podzólico Vermelho-Amarelo série Itaguaí para a produção de milho e feijão, verificaram que a incorporação dos materiais proporcionou melhores benefícios do que a aplicação em cobertura, na produção de matéria seca e de grãos, sendo a Crotalária o material que possibilitou as maiores médias. Resultado similar foi obtido por De-Polli e Chada (1989), para a cultura do milho semeada no mesmo solo, destacando-se o tratamento com Crotalária/feijão-de-porco incorporado, o qual promoveu em média a maior produção de grãos. Apesar do tratamento com mucuna não ter apresentado diferenças entre as formas de manejo.

Sarrantonio e Scott (1988), encontraram um maior conteúdo de nitrogênio no solo e nas plantas de milho, quando o adubo verde foi incorporado, do que quando foi deixado na superfície do solo.

Bianchini et al. (1992), estudando o efeito residual do nitrogênio biológico fixado por leguminosas forrageiras sobre o rendimento do sorgo cultivado em rotação, verificaram que a incorporação de leguminosas forrageiras elevou a produção do sorgo.

Camargo et al. (1992), avaliando a influência da

incorporação de palha de arroz em um Gleissolo do Estado do Rio de Janeiro sobre a acumulação de nutrientes pelo arroz, observaram no solo, aumentos no teor de potássio trocável, carbono e nitrogênio total, pequenas variações nos teores de cálcio e magnésio e os teores de fósforo não foram afetados com a adição de palha. No cultivo no horizonte A, a acumulação de nitrogênio no grão decresceu linearmente à medida que se aumentou as doses de palha.

Resck e Pereira (1981), através da incorporação de mucuna preta + sorgo, milho, soja e sorgo em dois níveis de adubação em um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa da região dos cerrados, observaram que a curto prazo, houve decréscimo na capacidade de retenção e na disponibilidade de água após a incorporação de todos os tratamentos estudados. Este decréscimo foi inversamente proporcional à quantidade de matéria seca e a relação C/N dos materiais incorporados. Ainda Resck et al. (1982), analisando a influência da incorporação de quinze espécies de adubos verdes sobre a capacidade de retenção de água do mesmo solo citado acima e o controle de nematóides, verificaram aumentos na capacidade de retenção de água do solo para todos os adubos verdes incorporados, em cerca de 0,04 (% por volume) até sete meses após a incorporação. Verificaram também acréscimos na produção de soja e uma redução na população de nematóides, provavelmente pela produção de toxinas.

Smith e Sharpley (1990), estudando a mineralização do nitrogênio de restos culturais, quando incorporados ao

solo ou deixados sobre o mesmo em oito tipos de solos, observaram um aumento na mineralização, quando os resíduos foram incorporados.

Maillard e Vez (1991), observaram aumentos na atividade biológica do solo, no conteúdo de matéria orgânica e um melhor aproveitamento do nitrogênio dos materiais orgânicos para a produção das culturas, quando estes foram levemente incorporados ao invés de incorporá-los em profundidade.

Ogbonna e Mabbayad (1983), verificaram que após a incorporação do adubo verde, houve uma diminuição na densidade global do solo, e não detectou-se nenhuma alteração no teor de matéria orgânica, no pH e na disponibilidade de nitrogênio.

Não só a forma de adição dos materiais orgânicos, mas o momento certo entre a incorporação e o plantio da cultura, são importantes para se obter o máximo aproveitamento dos benefícios da matéria orgânica.

Chagas et al. (1987), investigando os efeitos da incorporação de *Crotalaria juncea* sobre o rendimento do feijoeiro cultivado em um Latossolo Vermelho-Escuro na região dos cerrados, observaram um aumento no número de vagens e na produção de grãos, à medida que se ampliou o intervalo de tempo entre a incorporação do adubo verde e a semeadura do feijão, quando se adubou a *Crotalária*. Entretanto, quando esta não foi adubada, a melhor época de plantio foi aos dezoito dias após sua incorporação.

Stanford e Albuquerque (1992), analisando a influência de estádios de desenvolvimento dos adubos verdes a serem incorporados em um Latossolo Vermelho-Amarelo para o cultivo do sorgo, observaram que a melhor época de corte para incorporação das leguminosas foi aos cinquenta e seis dias após a emergência.

Ao invés da incorporação dos materiais orgânicos ao solo, a aplicação em cobertura tem sido descrita como uma prática simples e eficiente no controle da erosão e no armazenamento de água, promovendo também uma diminuição e menor variação da temperatura do solo e uma mineralização mais lenta da matéria orgânica, e ainda é mais econômica que a incorporação, pois não se gasta energia para se incorporar os materiais ao solo.

Lopes et al. (1987a), avaliando a eficácia relativa do tipo e quantidade de resíduos culturais, espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica de um Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto distrófico petroférico franco-arenoso, verificaram que para uma mesma percentagem de cobertura do solo, os resíduos de trigo e milho foram similarmente eficazes na redução das perdas de solo e superiores ao da soja. Ainda Lopes et al (1987b), trabalhando no mesmo solo citado acima, observaram que o aumento do percentual de cobertura do solo por restos culturais, diminuiu acentuadamente a velocidade do escoamento superficial da água, independente do tipo de resíduo cultural utilizado, tendo, no entanto, a resteva de

trigo mostrado maior eficácia.

Lombardi Neto et al. (1988), observando o efeito da aplicação em cobertura de restos culturais de milho nas perdas de solo e água em Latossolo Roxo distrófico, textura argilosa, verificaram uma redução significativa nas perdas com o aumento da quantidade de resíduos. Sendo o mesmo constatado por Carvalho et al. (1990) e Losirikul et al. (1991).

Bragagnolo e Mielniczuk (1990a) após a aplicação de 7,5 toneladas de palha de trigo na superfície de um Podzólico Vermelho-Escuro textura argilosa, registraram uma redução da temperatura máxima do solo em 8,5°C e um aumento de 10 unidades percentuais a mais de água do que no solo descoberto. Os mesmos autores (1990b), investigando o efeito da cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho, também em um Podzólico Vermelho-Escuro, verificaram que com o emprego de seqüências de culturas e consorciações com alta produção de resíduos culturais deixados sobre a superfície do solo, foi possível reduzir as perdas de água por evaporação e evitar altas temperaturas de solo, propiciando melhores condições para germinação e desenvolvimento inicial das plantas.

Amado et al. (1989), visando identificar o manejo mais adequado aos restos culturais de soja para reduzir as perdas de solo de um Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto

distrófico petroférico franco-arenoso, observaram que a forma de manejo em cobertura da resteva foi mais eficiente que a semi-incorporação.

Morote et al. (1990), estudando as variações da temperatura de um Solo Aluvial distrófico, sob a aplicação ou não de palha de trigo, como cobertura morta, verificaram um abaixamento da temperatura do solo de até 8°C, quando comparado com o solo descoberto.

Corak et al. (1991), avaliando os efeitos do mulch de leguminosas sobre o armazenamento de água do solo e a produção de milho, evidenciaram que o principal benefício do adubo verde foi no suprimento de nitrogênio para o milho semeado em plantio direto. O que coincide com os resultados obtidos por Da Ros et al (1992) com plantio direto de milho sobre a resteva de ervilhaca comum.

Dechen et al. (1981), comparando gramíneas com leguminosas no controle da erosão em Latossolo Roxo, observaram que as gramíneas foram mais eficientes na proteção do solo, destacando-se dentre as gramíneas utilizadas a grama batatais, plantada na forma de placas, embora a braquiária, após seu estabelecimento, apresente boa proteção, e dentre as leguminosas, a mucuna foi a que melhor conteve a erosão.

Eltz et al. (1984a e b), evidenciaram a importância da manutenção das restevas e da mínima mobilização do solo para o controle da erosão.

Paladini e Mielniczuk (1991), constataram que o

tipo de cobertura vegetal pode afetar o percentual de agregados no solo, havendo boa correlação entre agregados maiores que 2,0 mm e carbono orgânico do solo na profundidade de 0-2,5 cm, indicando que compostos orgânicos podem ter atuado na formação e estabilização desses agregados.

Cattellan e Vidor (1990), estudando o efeito de algumas culturas sobre a população microbiana de um Podzólico Vermelho-Escuro, observaram que os sistemas com maior produção vegetal e grande acúmulo de resíduos na superfície do solo apresentaram as maiores populações bacterianas na camada de 0-5 cm. Já as populações fúngicas e de actinomicetos não foram grandemente afetadas.

Pavan e Melo (1992), avaliando a biomassa microbiana de um Latossolo Roxo sob três tipos de cobertura vegetal (eucalipto, citros e milho), concluíram que o tipo de cobertura vegetal afeta de modo significativo a biomassa microbiana do solo, sendo os maiores valores obtidos para a cobertura com eucalipto, não havendo diferenças para citros e milho.

De acordo com o revisado acima, verifica-se que dependendo do tipo e da quantidade de resíduos orgânicos deixados sobre o solo, pode-se alterar algumas características do solo por um certo período, o que vai influenciar diretamente o desenvolvimento e a produção das culturas conduzidas sob esse sistema.

Hulugale et al. (1990), testando o efeito da

cobertura morta associada com e sem o preparo convencional do solo em um Ultisol com 73% de areia, observaram que, em média, a produção de mandioca não foi afetada pelos sistemas de preparo do solo, mas foi incrementada em 138% com o uso da cobertura morta. A importância do uso de materiais orgânicos, aplicados em cobertura sobre o solo, para o cultivo da mandioca em solo arenoso também foi reconhecida por agricultores do sul do país (Mandioca..., 1991).

Pavan et al. (1986), avaliando a influência de algumas técnicas de manejo no nível de fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico cultivado com café, verificaram que a cobertura com resíduos vegetais foi o tratamento mais efetivo na proteção e recuperação da fertilidade do solo.

Leal e Hidalgo (1990), registraram um aumento de 18,4% na produção da cultura da batata em decorrência do uso da cobertura morta.

Urquiaga et al. (1991), relataram a importância de não se queimar a palha na cultura de cana-de-açúcar. Concluindo que a manutenção da palha na superfície do solo promove uma redução no custo de produção e um ganho de 18% na produtividade do canavial, em relação ao sistema tradicional em que se efetua a queima.

A contribuição positiva dos materiais orgânicos para o solo e para as plantas, já é fato constatado por cientistas e agricultores há bastante tempo. Porém as formas mais adequadas do uso desses materiais nos diferentes tipos

de solos e para a variada gama de culturas, ainda é um assunto pouco conhecido, restando vários pontos a serem pesquisados.

Tendo em vista a baixa capacidade de retenção de água e a alta taxa de mineralização da matéria orgânica nos solos arenosos, parece ser mais indicado aplicar e/ou manter os materiais orgânicos na superfície do solo do que incorporá-los.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Planossolo série Ecologia, no campo experimental da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo, Seropédica, município de Itaguaí, RJ.

A área vinha sendo utilizada até 1985 com pastagem de colônia, quando então iniciou-se o preparo do solo e a divisão das parcelas e blocos, transformando o local em área de experimentação agrícola. Aplicou-se 400 kg/ha de fosfato natural de Patos de Minas a lanço, o qual continha 24% de P_2O_5 total. Decorridos quatro anos, nos quais realizou-se experimentos com adubação verde intercalados com pousio, iniciou-se o preparo da área para a montagem do presente trabalho.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso tipo fatorial, com sete tratamentos x duas formas de manejo com quatro repetições:

Antes das culturas principais	Para as culturas principais
1) Feijão-bravo-do-Ceará	-
2) Feijão-de-porco	-
3) Feijão-de-porco adubado com 5 t de esterco/ha	quiabo adubado com 15 t de esterco/ha e mandioca com 5 t de esterco/ha
4) Feijão-de-porco (área com resíduo de esterco)	-
5) Vegetação espontânea	quiabo adubado com 30 t de esterco/ha e mandioca com 10 t de esterco/ha
6) Vegetação espontânea	quiabo adubado com 20 kg de N/ha de 15 em 15 dias e mandioca de 60 em 60 dias
7) Vegetação espontânea	-

Aplicou-se em toda área experimental 0,5 tonelada de calcário dolomítico/ha. Nas parcelas dos tratamentos com cultivo mínimo (duas gradagens) a distribuição do corretivo foi feita sobre os restos culturais, enquanto as dos tratamentos com cultivo convencional (uma aração e duas gradagens) receberam o material após aração e gradagem. Sendo incorporado ao solo através de gradagem (15 cm de profundidade) em todas as parcelas.

Na etapa inicial foram semeadas em parcelas de 56 m², duas espécies de leguminosas para adubação verde de verão, feijão-bravo-do-Ceará (*Canavalia brasiliensis* M. e Benth.) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) e deixou-se a vegetação espontânea crescer pelo mesmo período, ambas foram cultivadas e manejadas após o corte de duas formas: cultivo convencional, com aração e gradagem antes do

plantio, sendo incorporada ao solo a vegetação após o corte; e cultivo mínimo, utilizando apenas gradagem antes da semeadura e deixando os materiais vegetais após o corte em cobertura sobre o solo.

Na segunda fase dividiu-se as parcelas ao meio, formando duas sub parcelas de 28 m² cada, e plantou-se quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) cultivar Santa Cruz 47 e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivar Saracura, conforme os tratamentos citados anteriormente.

De acordo com análise química de amostras do solo, colhidas de 0 a 20 cm (Tabela 1), foram feitas recomendações de correção e adubação básica seguindo interpretações de Almeida et al. (1988) com alguns ajustes.

As leguminosas foram semeadas em espaçamento de 0,5 m entre linhas com 10 plantas/m linear a partir de sementes previamente inoculadas com as estirpes da coleção da EMBRAPA/CNPBS BR 2003 e BR 2811 para o feijão-de-porco e BR 442 e BR 446 para o feijão-bravo, e adubadas com 40 kg de K₂O/ha na forma de KCl aplicado no sulco de plantio nas parcelas com cultivo convencional e administrado em cobertura vinte dias após a germinação das plantas nas parcelas com cultivo mínimo.

A área útil para a avaliação das leguminosas e da vegetação espontânea era de 40 m² cada.

Quarenta dias após a emergência das leguminosas, avaliou-se o número e o peso de nódulos secos a 65°C.

Com aproximadamente três meses e meio de cultivo,

foi feita avaliação da fitomassa da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea através da demarcação de 2 m² na área útil, corte da vegetação e pesagem de toda massa verde. Retirou-se subamostras para determinação da umidade (secagem a 65°C até peso constante) posterior moagem e nova subamostragem para quantificação de nitrogênio. Após a pesagem devolveu-se as plantas verdes ao solo, estas foram incorporadas através de gradagem (15 cm de profundidade) ou deixadas em cobertura sobre o solo de acordo com os tratamentos. As datas de cada passo descrito acima encontram-se na Tabela 3.

As culturas de quiabo e mandioca receberam 60 kg de K₂O/ha na forma de KCl, aplicado metade no plantio e metade em cobertura aproximadamente dois meses após a germinação do quiabo e três meses após a germinação da mandioca, 40 kg de P₂O₅/ha na forma de super fosfato triplo no plantio e 100 kg de gesso/ha aos 70 e 40 dias de cultivo da mandioca e do quiabo respectivamente. Adicionou-se também 20 kg de N/ha na forma de uréia de 30 em 30 dias para todos os tratamentos com quiabo, sendo que o tratamento 6 recebeu de 15 em 15 dias. Já a mandioca recebeu esta adubação apenas para o tratamento 6 de 60 em 60 dias.

O espaçamento utilizado para o quiabeiro foi 1,10 m entre linhas e 0,40 m entre covas com 2 plantas/cova e para a mandioca 1,10 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Para a avaliação das culturas, a área útil foi de 14 m² para o quiabeiro e 13,5 m² para a mandioca.

Nas culturas de quiabo e mandioca avaliou-se o peso de matéria seca e o teor de N da parte aérea e a produtividade em função dos diferentes tratamentos, cujas épocas estão descritas na Tabela 3.

Foi feito também uma avaliação visual do ataque de nematóides nas raízes do quiabeiro.

Encerrado o experimento, coletou-se amostras de solo de 0 a 20 cm onde efetuou-se análise química de rotina com inclusão de carbono e nitrogênio.

Todas as análises de nitrogênio na parte aérea das plantas, foram determinadas pelo método Kjeldahl semimicro em material seco a 65°C e o carbono calculado a partir da matéria orgânica, sendo determinado conforme o método da combustão em mufla a 550°C, usado pelo Laboratório Nacional de referência vegetal (Brasil, Ministério da Agricultura, 1983).

A análise estatística consistiu de análise de variância, com aplicação de teste F para testar significância (5% de probabilidade) e alta significância. Para as fontes de variação que apresentaram diferença significativa, foi adotado o teste de Duncan (5%) para comparação de grupo de médias.

TABELA 1 - Características químicas do solo *.

Antes do experimento (4 anos após a aplicação da rocha fosfatada)							
pH em água 1:2,5	P	K	cátions trocáveis				
			Ca + Mg	Al	%C	%N	
ppm		meq/100g					
5,6	25	19	1,1	0,17			
Após o experimento							
(1)	4,9	15,6	21,2	1,0	0,35	0,38	0,039
(2)	4,8	20,1	23,5	1,0	0,33	0,42	0,043

(1) Média dos tratamentos que receberam preparo convencional do solo e incorporação ao solo da vegetação após o corte.

(2) Média dos tratamentos que receberam preparo mínimo do solo e manutenção dos materiais vegetais após o corte em cobertura sobre o solo.

* Análises conforme métodos descritos em Serviço Nacional... (1979). Solo com 86% de areia, 11% de silte e 3% de argila.

TABELA 2 - Características químicas do esterco.

Amostra	pH	%N	%P	%K	%C	%MO
(1)	7,54	2,576	0,26	0,53	9,1	15,8
(2)	6,95	0,985	0,36	0,69	14,1	24,2

(1) Esterco bovino utilizado na 1ª etapa do experimento.

(2) Esterco bovino utilizado na 2ª etapa do experimento.

TABELA 3 - Datas de condução e avaliação do experimento.

-----Leguminosas-----			
Plantio	Amostragem	Corte	Incorporação
9/11/90	26/2/91	28/2/91	7/3/91
-----Quiabo-----			
Plantio	Amostragem	Poda	
8/5/91	22/8/91	15/10/91	
-----Mandioca-----			
Plantio	Amostragem	Colheita	
5 e 8/4/91	22/11/91	4/12/91	

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Desenvolvimento das leguminosas e da vegetação espontânea.

Avaliando-se a nodulação das leguminosas aos quarenta dias após a germinação, pode-se observar que estas continham uma baixa nodulação, onde o feijão-de-porco apresentou em média 17 nódulos/planta com peso seco de 110,3 mg e o feijão-bravo 11 nódulos/planta com peso seco de 41,3 mg. Já Chada e De-Polli (1988), quantificando o número e o peso de nódulos destas leguminosas cultivadas em Podzólico Vermelho-Amarelo, observaram em média 223 e 92 nódulos/planta com peso seco de 643 e 211 mg/planta para o feijão-de-porco e o feijão-bravo-do-Ceará respectivamente, sugerindo que a pequena nodulação encontrada no presente estudo, se deve a limitações do solo. De acordo com De-Polli et al. (1976), a fraca nodulação encontrada na centrosema cultivada no mesmo solo, foi devido à baixa fertilidade do solo, com deficiência de fósforo e micronutrientes, sendo este também, um dos prováveis fatores que prejudicou a nodulação das leguminosas estudadas.

Na Tabela 4 observa-se que no período estudado as leguminosas semeadas desenvolveram-se melhor do que a vegetação espontânea, apresentando em média 18% a mais de matéria seca da parte aérea. De-Polli e Chada (1989), obtiveram em média produção de massa seca do feijão-de-porco praticamente duas vezes maior do que a da vegetação nativa da área. Este resultado mostra o grande potencial de certas leguminosas de formarem quantidades expressivas de matéria orgânica em um curto espaço de tempo, quando bem adaptadas às condições edafoclimáticas locais, além de acumularem maior concentração de nitrogênio através da fixação biológica de N_2 , possibilitando uma maior entrada de nitrogênio no sistema agrícola.

Avaliações do conteúdo de N total da parte aérea das leguminosas introduzidas, mostram que estas acumularam em média 56% a mais de nitrogênio do que a vegetação nativa, fornecendo ao solo 50 kg/ha a mais de nitrogênio (Tabela 5).

Considerando que dentre as espécies vegetais que compunham a vegetação espontânea, havia o predomínio primeiramente de uma gramínea, capim favorito (*Tricholena roseum*), secundado por uma leguminosa, anileira (*Indigofera hirsuta*), este maior acúmulo de nitrogênio pelas leguminosas semeadas em relação à vegetação nativa pode ser explicado pelo fato das gramíneas não possuírem um mecanismo tão avançado de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico como o das leguminosas.

O feijão-de-porco foi o adubo verde que apresentou

o melhor desenvolvimento, alcançando peso médio de fitomassa fresca de 28000 kg/ha e acumulando a maior quantidade de nitrogênio (Tabela 5). O que pode ser considerada uma produção excelente para o solo em questão. Segundo a comissão de leguminosas do Departamento de Produção Vegetal da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, citado por Graner e Godoy Júnior (1967), esta produção é encontrada geralmente em solos de boa fertilidade. Mondardo et al. (1981), testando níveis de adubação N, P, K e calcário para esta leguminosa cultivada em Areias Quartzozas, obtiveram em média produção muito menor, em torno de 9000 kg de massa verde/ha.

A aplicação de 5 toneladas de esterco/ha não influenciou o desenvolvimento do feijão-de-porco (Tabela 4). Mas proporcionou um maior acúmulo de nitrogênio nos tecidos destas plantas, apesar desta diferença não ter sido estatisticamente significativa (Tabela 5). Esta adubação visava dar melhores condições para o estabelecimento inicial da leguminosa, esperando que este gasto fosse compensado na formação de maiores quantidades de adubo verde.

As técnicas diferenciadas de cultivo não causaram nenhuma influência no crescimento das leguminosas e da vegetação espontânea, produzindo em média, quantidades de matéria seca da parte aérea, estatisticamente iguais, quando cultivadas com o preparo convencional ou com o preparo mínimo do solo (Tabela 4).

Geralmente em ensaios com adubação verde,

considera-se apenas a parte aérea das plantas, todavia sabe-se que há leguminosas que podem penetrar a vários metros de profundidade no solo (Calegari et al., 1992). Scaranari e Inforzato (1952), avaliando o sistema radicular de algumas leguminosas semeadas em Terra Roxa Estruturada no estado de São Paulo, encontraram raízes de feijão-de-porco a até três metros de profundidade aos cento e dez dias após a germinação. Mostrando que, juntamente com a parte aérea da planta, o sistema radicular deve ser considerado tanto na escolha da espécie vegetal a ser usada como adubo verde, como na interpretação de trabalhos em que se usa outras fontes de matéria orgânica em comparação com os adubos verdes.

As quantidades variáveis de nitrogênio fornecidas ao solo através dos materiais orgânicos usados, somadas ao manejo diferenciado dado aos mesmos e ao solo, formam subsídios para explicar em parte os resultados de produção do quiabo e da mandioca.

TABELA 4 - Peso de matéria seca da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea em função dos tratamentos e da forma de cultivo.

Tratamentos	Forma de cultivo		Média ^{<1>}
	Cultivo convencional	Cultivo mínimo	
	----- Massa seca ----- kg/ha		
Feijão-bravo-do-Ceará	5785	5872	5829 ab
Feijão-de-porco (FP)	5949	6533	6241 a
FP + 5 t de esterco/ha	5964	6405	6185 a
FP (esterco residual)	5022	5617	5320 ab
Vegetação espontânea	4584	5270	4927 ab
Vegetação espontânea	4297	5399	4848 b
Vegetação espontânea	4805	4466	4636 b
Média ^{<1>}	5201 A	5652 A	

CV = 21,61%

<1> Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

TABELA 5 - N total da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea em função dos tratamentos e da forma de cultivo.

Tratamentos	Forma de cultivo		Média ^{<1>}
	Cultivo convencional	Cultivo mínimo	
	-----kg/ha-----		
Feijão-bravo-do-Ceará	133	120	127 abc
Feijão-de-porco (FP)	139	150	140 ab
FP + 5 t de esterco/ha	160	173	166 a
FP + esterco residual	113	139	126 abc
Vegetação espontânea	106	103	104 bcd
Vegetação espontânea	81	83	82 d
Vegetação espontânea	96	73	84 cd
Média ^{<1>}	118 A	120 A	

CV = 33,05%

<1> Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

4.2 - Efeito dos tratamentos e da forma de manejo dos adubos verdes na cultura da mandioca.

Os parâmetros avaliados na cultura da mandioca não apresentaram diferenças significativas entre os sete tratamentos (Tabelas 6, 7 e 8). Porém, observa-se que a testemunha foi o tratamento que apresentou a menor produção, mostrando uma tendência da cultura a responder positivamente a adubação orgânica com adubo verde e/ou esterco, e/ou a adubação orgânica sintética com uréia (Tabela 8). Apesar de já ser conhecida a ausência de respostas a adubações nitrogenadas pela cultura da mandioca (Silva e Freire, 1968; Nunes et al., 1974 e Obi, 1989), ou ainda, esta adubação pode estimular um maior crescimento da parte aérea, mas sem reflexos na produção de raízes, como o observado por Cenpukedee e Fukai (1991). Entretanto, segundo Goedert (1976), a cultura apresenta um considerável requerimento de nutrientes, sendo em média no total da planta, 1,5% de N; 0,25% de P; 1,0% de K; 0,3% de Ca; 0,2% de Mg e 0,15% de S.

Vegetal tradicionalmente indicado para "terras pobres", por ser considerado como uma planta bastante rústica, capaz de produzir em áreas onde poucas culturas conseguem produção satisfatória (Conceição, 1981), a mandioca foi altamente beneficiada pelo preparo mínimo do solo e o manejo em cobertura da vegetação após o corte, apresentando em média quase o dobro da produção de raízes, matéria seca e N total da parte aérea daquela obtida no sistema de preparo convencional do solo com a incorporação

da vegetação (Tabelas 6, 7 e 8). Porém, a maior produção obtida, ainda está abaixo da média citada no Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), devendo se considerar, que a lavoura foi conduzida em solo arenoso, no período de inverno, época de baixas temperaturas e índices pluviométricos, e foi colhida precocemente, aos oito meses de cultivo.

O incremento de produção decorrente do sistema de preparo mínimo do solo e apenas roçagem dos adubos verdes, provavelmente está relacionado a melhorias nas propriedades do solo ocasionadas por estas práticas de manejo. Destacando-se dentre as propriedades físicas do solo, o maior armazenamento de água, devido à redução da evaporação de água do solo pela cobertura morta, e a diminuição e menor variação da temperatura do solo, o que reduz a taxa de mineralização da matéria orgânica. Dentre as características químicas, a liberação mais lenta dos nutrientes contidos nos materiais orgânicos deixados na superfície do que daqueles que foram incorporados ao solo, provavelmente também favoreceu a cultura da mandioca, a qual possui um desenvolvimento inicial lento e um ciclo relativamente longo. Das propriedades biológicas, a manutenção e/ou o aumento do potencial de inóculo de fungos MVA no solo, certamente somou mais um efeito positivo para o desenvolvimento da mandioca, dada a grande dependência da cultura por esses microrganismos (Yost e Fox, 1979; Kang et al., 1980; Ezeta e Carvalho, 1982; Carvalho et al., 1982;

Sieverding e Howeler, 1985; Howeler et al., 1987 e Dodd et al., 1990).

Comparando-se o cultivo convencional com o cultivo mínimo e o plantio direto, observa-se como conceito geral que, dentre esses sistemas de cultivo, o plantio direto é o mais eficiente no controle da erosão (Benatti et al, 1987; Vieira et al, 1978; Eltz et al, 1984a e b e Nunes Filho et al, 1987), seguido pelo cultivo mínimo (Eltz et al., 1977). Essa menor movimentação do solo promove ainda aumentos no pH (Sidiras et al, 1985), no conteúdo de matéria orgânica na superfície do solo (Blevins et al., 1977; Muzzilli, 1983), na CTC (Sidiras et al., 1985), na disponibilidade de água (Sidiras et al., 1982 e 1983; Centurion, 1985 e Ohiri e Ezumah, 1990) e nutrientes (Sidiras et al., 1985) e diminui a variação da temperatura do solo (Sidiras et al., 1986).

Avaliações da produção das culturas em função dos métodos de preparo do solo têm apresentado diferentes resultados. Carvalho et al. (1988), após cinco anos de observações em um Latossolo Amarelo franco-argilo-arenoso, não detectaram diferenças na produção de raízes de mandioca em função dos sistemas de cultivo testados, sendo que o preparo mínimo do solo proporcionou uma redução de 65 a 75% nos custos referentes à aração do solo, em relação ao preparo convencional. Moreira et al. (1985), também não detectaram diferenças no rendimento do milho semeado em um solo Podzolizado Vermelho-Amarelo orto devido aos métodos de preparo do solo estudados. Mostrando que, conjuntamente, com

uma avaliação da produção e da conservação do solo, uma análise econômica dos diferentes sistemas de cultivo é de grande importância para se escolher qual o método de cultivo mais indicado para cada situação. Já Ohiri e Ezumah (1991), trabalhando com a cultura da mandioca em um Ultisol, também não observaram diferenças na produção de raízes, devido aos métodos de preparo do solo estudados, porém verificaram aumentos na produção de parte aérea de 40 e 23% para o plantio direto e o preparo mínimo do solo respectivamente no segundo ano de cultivo. Dando indicações que os efeitos das diferentes técnicas de preparo do solo no desenvolvimento das culturas são mais acentuados com o decorrer de novos cultivos.

Efeitos na macro e na microbiota do solo em função do manejo, também têm sido detectados. Evans e Miller (1988 e 1989), registraram uma diminuição da colonização micorrízica no milho quando o solo foi submetido a perturbações. Yocom et al. (1985) (citados por Jonson e Pleger, 1992), observaram que a colonização micorrízica no trigo, foi menor quando o solo foi arado e gradeado do que quando se fez o plantio direto. Voss (1986), avaliando a influência de sistemas de plantio em um Latossolo Vermelho-Escuro e em um Latossolo Roxo distrófico sobre a proliferação de minhocas, registrou uma maior população de minhocas em ambos os solos, quando estes foram cultivados com plantio direto, do que quando foram manejados com o sistema convencional. O que também foi observado por Friebe

e Henke (1991), os quais verificaram que em geral aumentando a intensidade de preparo do solo ocorre uma diminuição de sua fauna, principalmente de minhocas.

Com relação à influência do manejo de incorporação ou não da vegetação sobre os diferentes componentes do sistema de produção, a pesquisa tem relatado alterações em alguns caracteres do solo, que conseqüentemente afetam o desenvolvimento das culturas.

Parece ser opinião comum na comunidade científica que a cobertura morta reduz as perdas de solo (Lopes et al., 1987a e b; Carvalho et al., 1990; Lombardi Neto et al., 1988; Losirikul et al., 1991) e água (Bragagnolo e Mielniczuk, 1990 a e b e Lombardi Neto et al., 1988) e ainda segundo Amado et al., (1989), é mais eficiente no controle da erosão do que a semi-incorporação destes materiais ao solo, promovendo também uma diminuição (Bragagnolo e Mielniczuk, 1990a e Morote et al., 1990) e menor variação (Bragagnolo e Mielniczuk, 1990b) da temperatura do solo, o que traz benefícios para a vida biológica do solo e para a atividade agrícola.

Hulugale et al. (1990), avaliando o efeito da aplicação de duas doses de 12 toneladas/ha de *Chromolaena odorata* em cobertura no plantio e outra seis meses após, conjugada com e sem o preparo convencional do solo, em um Ultisol com 73% de areia, observaram que os sistemas de preparo do solo não influenciaram a produção da mandioca. Já a cobertura morta causou em média aumento de 138% na

produção, sendo este provavelmente o efeito que promoveu o incremento no acúmulo de N total e matéria seca da parte aérea e na produção de raízes de mandioca no presente estudo (Tabelas 6, 7 e 8). Porém, sem se poder isolá-lo da influência do preparo mínimo do solo, uma vez que não se observou este efeito separadamente, merecendo maiores observações nos próximos estudos desse ambiente. Resultado similar foi reportado sobre o cultivo da mandioca em Areias Quatzozas de Santa Catarina, onde através do cultivo mínimo e da manutenção em cobertura dos adubos verdes, os agricultores obtiveram aumentos significativos na produção de mandioca (Mandioca..., 1991).

Benefícios da cobertura morta para outras culturas têm sido relatados pela pesquisa. Marun et al. (1986), avaliando práticas de manejo para recuperação de cafeeiros depauperados cultivados em solo arenoso, observaram que a cobertura morta, foi o fator que mais influenciou sobre a produção de café. Resultado similar foi observado por Pavan et al. (1986), também com a lavoura do café implantada em Latossolo Vermelho Amarelo álico. Leal e Hidalgo (1990), utilizando a prática da cobertura morta com grama seca na cultura da batata, obtiveram aumentos de 18,4% na produção em relação ao cultivo tradicional sem cobertura. Comparando o sistema de produção de cana-de-açúcar com a utilização da queima da palha, com o sistema em que a mesma é deixada em cobertura sobre o solo, Urquiaga et al. (1991), verificaram uma diminuição do custo de produção e um aumento de 18% de

produtividade quando o canavial foi submetido à prática da cobertura morta. Maior peso médio de laranjas foi encontrado por Vasconcellos et al. (1976), também em decorrência do uso da cobertura morta.

Entretanto, nem sempre a manutenção dos materiais vegetais em cobertura mostrou-se como a prática mais adequada para elevar a produção das culturas. De-Polli e Chada (1989), obtiveram em média, maior produção de milho, quando a vegetação de entressafra foi incorporada ao solo ao invés de deixá-la em cobertura. Maior conteúdo de nitrogênio no solo e em plantas de milho foi encontrado por Sarrantonio e Scot (1988), quando o adubo verde foi incorporado ao solo do que quando mantido em cobertura. Correia et al. (1991), através de avaliações preliminares observaram maior produção de raízes de mandioca e rendimento de amido, quando o adubo verde foi incorporado ao solo em comparação à roçagem deste material.

Além da forma de adição e a constituição do material, o período entre a incorporação ou não dos materiais orgânicos e o plantio da cultura a ser explorada, pode influenciar a produção final almejada. Chagas et al. (1987), observaram que dos intervalos testados de 30, 20, 10 e 0 dias entre a incorporação de *Crotalaria juncea* em Latossolo Vermelho-Escuro e o plantio de feijão, houve acréscimo na produção de grãos e no número de vagens à medida que se adubou a Crotalária. Todavia, quando esta não foi adubada, a melhor época de plantio foi aos 18 dias de

sua incorporação.

De acordo com as referências citadas acima, denota-se que, dependendo das características do sistema solo-planta-clima em que se está trabalhando, pode-se ter respostas distintas quanto aos métodos de manejo dado ao solo e aos materiais orgânicos.

Apesar da cultura da mandioca não ter apresentado diferenças significativas entre os sete tratamentos, observa-se que as maiores produções foram obtidas com a utilização da adubação verde manejada como cobertura morta sobre o solo (Tabela 8). Assim, é de se esperar que o uso contínuo desta prática, possa vir a promover acréscimos representativos na produção da cultura da mandioca.

TABELA 6 - N total da parte aérea da mandioca (plantas colhidas aos sete meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos	Forma de adição		Média ^{<1>}
	Para a cultura principal	Incorporação Cobertura	
Antes da cultura principal			
		-----kg/ha-----	
Feijão-bravo	-	88 198	143 a
Feijão-de-porco (FP)	-	106 177	141 a
FP + 5 t de esterco/ha	5 t de esterco/ha	120 204	162 a
FP + esterco residual	-	105 219	162 a
Vegetação espontânea	10 t de esterco/ha	93 178	136 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha	107 183	145 a
Vegetação espontânea	-	59 130	94 a
Média ^{<1>}		97 B 184 A	

CV = 42,17%

^{<1>} Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte variação.

TABELA 7 - Peso de matéria seca da parte aérea da mandioca (plantas colhidas aos sete meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos		Forma de adição		Média ^{<1>}
Antes da cultura principal	Para a cultura principal	Incorporação	Cobertura	
		-----kg/ha-----		
Feijão-bravo	-	1056	1969	1513 a
Feijão-de-porco	-	1043	1687	1365 a
FP + 5 t de esterco/ha	5 t de esterco/ha	1091	1968	1530 a
FP + esterco residual	-	1264	2190	1727 a
Vegetação espontânea	10 t de esterco/ha	855	1552	1204 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha	1129	1916	1522 a
Vegetação espontânea	-	698	1717	1208 a
Média ^{<1>}		1020 B	1857 A	

CV = 40,98%

<1> Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

TABELA 8 - Produção de raízes da mandioca (colhida aos oito meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos		Forma de adição		Média ^{<1>}
Antes da cultura principal	Para a cultura principal	Incorporação	Cobertura	
		-----kg/ha-----		
Feijão-bravo	-	3386	8393	5890 a
Feijão-de-porco	-	3947	7402	5674 a
FP + 5 t de esterco/ha	5 t de esterco/ha	4477	8445	6461 a
FP + esterco residual	-	4283	8475	6379 a
Vegetação espontânea	10 t de esterco/ha	4113	7865	5989 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha	3950	6487	5219 a
Vegetação espontânea	-	2810	5748	4279 a
Média ^{<1>}		3852 B	7549 A	

CV = 38,66%

^{<1>} Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

4.3 - Efeito dos tratamentos e da forma de manejo dos adubos verdes na cultura do quiabo.

Os tratamentos com feijão-de-porco adubado com 5 toneladas de esterco bovino/ha mais 15 toneladas de esterco bovino/ha para o quiabeiro e vegetação espontânea mais 30 toneladas de esterco bovino/ha para o quiabeiro foram os que geraram os maiores conteúdos de N total da parte aérea, os maiores pesos de fitomassa seca e as maiores produções de frutos (Tabelas 9, 10 e 11), dando indicações que a adubação verde com feijão-de-porco pode substituir cerca de 33% da adubação com esterco para a cultura do quiabo (Tabela 11). Mostrando também a grande contribuição da adubação com esterco para a lavoura do quiabo, principalmente quando cultivado em solo arenoso. Devido à baixa capacidade de retenção de água e nutrientes desse solo, é quase que uma exigência utilizar uma fonte orgânica no programa de adubação, para se proporcionar melhores condições físicas, químicas e biológicas ao solo, e assim favorecer o desenvolvimento da cultura, uma vez que a simples adição de adubos industriais não foi suficiente para se atingir produtividades razoáveis (Tabela 11).

No presente estudo, a aplicação de 60 kg de nitrogênio/ha suplementar, na forma de uréia, apresentou produção semelhante ao tratamento testemunha (Tabela 11). O que mostra a necessidade de se aliar uma fonte orgânica no sistema de produção desta cultura em solo arenoso para se obter melhor resposta da adubação nitrogenada, quando

necessária.

Observando-se o tratamento com feijão-de-porco, verifica-se que esta leguminosa possibilitou um aumento de 166% na produção do quiabeiro em relação ao tratamento em que se aplicou 60 kg de nitrogênio /ha suplementar (Tabela 11). Estes dados confirmam a quase obrigatoriedade de se usar adubos orgânicos para o cultivo desta hortaliça nestas condições, pois a adubação nitrogenada, utilizada sozinha, não proporcionou nenhum efeito para o desenvolvimento e/ou produção da cultura, sugerindo que os adubos orgânicos utilizados funcionaram mais como condicionador de solo do que como fornecedor de N.

Da mesma forma, como para a cultura da mandioca, os tratamentos com cultivo mínimo e manejo em cobertura dos adubos verdes foram os que promoveram melhores condições para o desenvolvimento do quiabeiro (Tabelas 9, 10 e 11). Mostrando novamente que o melhor manejo para estes solos é através de práticas que causem a menor movimentação do mesmo, e a adição de materiais orgânicos para culturas de ciclo médio a longo nessas condições deve ser feita na superfície do terreno.

Resposta diferente da mandioca foi encontrada para o quiabeiro, quanto às necessidades em nitrogênio (Tabelas 9, 10 e 11). Segundo Costa et al. (1972), a extração de nutrientes é lenta até os vinte dias de idade das plantas, aumentando posteriormente; e os teores de macronutrientes encontrados nas folhas de plantas de quiabo, coletadas aos

sessenta dias das variedades Campinas 1 e Green Velvet, estariam respectivamente em kg/ha em torno de 7,16 e 7,64 de N; 0,76 e 0,80 de P; 3,70 e 6,12 de K; 6,90 e 7,72 de Ca; 1,22 e 1,20 de Mg e 0,64 e 0,60 de S. De acordo com Filgueira (1981), o quiabo não é uma planta muito exigente em nutrientes, podendo suceder a outra cultura pesadamente adubada. Todavia, devido à exportação de elementos através da colheita de seus frutos, o quiabeiro necessita de nitrogênio e de todos os demais nutrientes disponíveis em quantidades adequadas durante o decorrer de toda sua vida produtiva.

Apesar de se ter obtido resultados significativos entre alguns tratamentos, o teto de produtividade alcançado pela cultura do quiabo foi inferior ao esperado para o potencial desta planta (Tabela 11), que, de acordo com o Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), pode atingir produção muito maior, em torno de 10 a 18 toneladas de frutos/ha, e, dependendo das condições climáticas, do tipo de solo e do manejo, pode-se obter produções ainda maiores. Almeida (1991), trabalhando com a cultura do quiabo em solo Glei Pouco Húmico, álico de textura argilosa, obteve com aplicação de 12 toneladas de calcário/ha e adubação nitrogenada em cobertura, uma produção de 26515 kg de frutos/ha no primeiro plantio e de 37000 kg/ha no segundo plantio somente com o efeito residual do corretivo e adubação de 40 kg de N/ha aos 62 dias após a semeadura e logo após a poda, e obteve uma produção de 17315

kg de frutos/ha com a aplicação de 60 t de composto/ha no primeiro plantio e 17000 kg de frutos/ha no segundo plantio, apenas com o efeito residual. A baixa produção obtida no presente estudo, se deve a fatores climáticos do período em que a cultura estava se desenvolvendo, principalmente temperaturas e pluviosidade reduzidas e também ao intenso ataque de nematóides que a cultura sofreu, juntamente com outras limitações do solo. O principal sintoma detectado na lavoura foi o declínio das plantas, devido à formação de galhas em seu sistema radicular por nematóides do gênero *Meloidogyne*. Segundo Lima (1992), a destruição das células da raiz, durante o processo de alimentação do fitonematóide, diminui a capacidade da planta de absorver água e nutrientes, trazendo sérios prejuízos à produção.

O uso de compostos orgânicos no controle desses patógenos tem gerado resultados promissores para sanar este problema. Segundo Ferraz (1992), além do efeito benéfico da matéria orgânica para o desenvolvimento dos vegetais, tornando-os mais tolerantes a parasitas em geral, ela pode atuar diretamente sobre os fitonematóides através da liberação de compostos altamente tóxicos aos vermes e, também, proporcionando condições mais favoráveis para o crescimento de inimigos naturais dos nematóides, principalmente fungos e bactérias.

Avaliando-se a infestação de nematóides nas raízes do quiabeiro, não se observou nenhuma relação entre o grau de incidência desses patógenos e os diferentes tratamentos.

A cultura se encontrava com grande infestação e a metodologia de avaliação utilizada não foi eficiente para separar possíveis efeitos que os tratamentos possam ter causado no controle desses parasitas. Vale salientar que a observação de apenas um ciclo com estes adubos verdes, não é suficiente para se esperar grandes resultados, principalmente, em se tratando do solo em questão, onde o estágio atual de infestação é grande, sendo necessário, dessa forma, maiores observações durante o manejo futuro desse solo.

TABELA 9 - N total da parte aérea do quiabeiro (plantas colhidas aos três meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos		Forma de adição		Média ⁽¹⁾
Antes da cultura principal	Para a cultura principal	Incorporação	Cobertura	
-----kg/ha-----				
Feijão-bravo	-	5,3	7,2	6,3 cd
Feijão-de-porco (FP)	-	7,6	9,0	8,3 bc
FP + 5 t de esterco/ha	15 t de esterco/ha	9,2	12,7	10,9 ab
FP + esterco residual	-	3,0	5,9	4,4 cd
Vegetação espontânea	30 t de esterco/ha	12,0	17,1	14,6 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha suplementar	5,4	5,2	5,3 cd
Vegetação espontânea	-	2,3	4,3	3,3 d
Média ⁽¹⁾		6,4 B	8,8 A	

CV = 47,56%

⁽¹⁾ Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

TABELA 10 - Peso de matéria seca da parte aérea do quiabeiro (plantas colhidas aos três meses de cultivo) em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos		Forma de adição		Média ^{<1>}
Antes da cultura principal	Para a cultura principal	Incorporação	Cobertura	
		-----kg/ha-----		
Feijão-bravo	-	194	291	242 cd
Feijão-de-porco(FP)	-	332	365	348 c
FP + 5 t de esterco/ha	15 t de esterco/ha	495	725	610 b
FP + esterco residual	-	85	294	189 cd
Vegetação espontânea	30 t de esterco/ha	714	875	794 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha suplementar	206	172	189 cd
Vegetação espontânea	-	92	155	123 d
Média ^{<1>}		302 B	411 A	

CV = 43,86%

<1> Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

TABELA 11 - Produção de frutos do quiabeiro em função dos tratamentos e da forma de adição dos adubos verdes.

Tratamentos		Forma de adição		Média ^{<1>}
Antes da cultura principal	Para a cultura principal	Incorporação	Cobertura	
-----kg/ha-----				
Feijão-bravo	-	736	1562	1149 bc
Feijão-de-porco	-	1380	2669	2024 b
FP + 5 t de esterco/ha	15 t de esterco/ha	2776	4460	3613 a
FP + esterco residual	-	529	1414	971 bc
Vegetação espontânea	30 t de esterco/ha	3033	4155	3594 a
Vegetação espontânea	60 kg de Nitrogênio/ha suplementar	538	982	760 bc
Vegetação espontânea	-	450	608	529 c
Vegetação espontânea		1347 B	2264 A	
Média ^{<1>}				

CV = 48,98%

^{<1>} Médias na mesma coluna ou linha, com a mesma letra, do mesmo tipo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%, aplicados quando o teste F foi significativo para aquela fonte de variação.

4.4 - Efeito dos tratamentos e da forma de manejo dos adubos verdes em algumas características químicas do solo.

Diante do exposto, denota-se que, dependendo das características do solo, com destaque para a textura e da cultura a ser implantada, se pode ter respostas distintas, de acordo com o tipo de manejo dado ao solo e aos materiais orgânicos. De maneira geral, a incorporação ao solo destes materiais possibilita uma decomposição mais rápida do que quando se deixa em cobertura sobre o solo. A dinâmica da matéria orgânica é mais acelerada em solos arenosos, onde devido a terem um maior volume de macroporos, o que lhes confere maior aeração e, conseqüentemente, maior atividade microbiana, aliado ao baixo percentual de argilas em sua constituição, o que faz com que haja pouca interação entre suas partículas minerais e orgânicas, facilita o ataque e a transformação das frações orgânicas, tornando difícil a manutenção da matéria orgânica nestes solos.

Análises químicas do solo de 0 a 20 cm de profundidade, coletadas após o encerramento do experimento, não mostraram diferenças significativas entre os parâmetros analisados (Tabela 1). Apesar de se notar uma maior percentagem de carbono orgânico na média dos tratamentos que receberam preparo mínimo do solo e roçagem da vegetação em comparação aos que foram submetidos ao preparo convencional do solo e à incorporação da vegetação.

A contribuição dos materiais orgânicos para os solos arenosos pode ser muito significativa em termos de

aumento de sua CTC, tendo em vista que há um predomínio de areias quartzozas em sua constituição, as quais são praticamente inertes em relação às características de retenção, tanto de água como de elementos químicos (Ramos, 1991), podendo-se obter aumentos representativos na CTC desses solos com pequenas elevações em seu conteúdo de colóides orgânicos.

5 - CONCLUSÕES

„ A adubação com esterco bovino, adubo verde e N mineral não influenciaram estatisticamente o desenvolvimento da mandioca, colhida aos oito meses de cultivo.

„ Para as condições experimentais, a média de produção obtida na cultura da mandioca pode ser considerada razoável, uma vez que a lavoura foi conduzida em solo arenoso, no período de inverno e foi colhida precocemente.

„ O quiabeiro, apesar de ter sofrido forte ataque de nematóides, o que acarretou em baixa produtividade, apresentou resposta principalmente a adubação orgânica com esterco bovino e com feijão-de-porco.

„ A adubação verde com feijão-de-porco complementada com esterco, permitiu substituir cerca de 33% do uso de esterco para a cultura do quiabo.

„ A prática da adubação verde com feijão-de-porco, elevou a produção do quiabeiro em 166% quando comparada com o tratamento em que se aplicou 60 kg de N mineral/ha como adubação complementar, e em 283% em relação ao tratamento testemunha.

„ Os adubos verdes deixados em cobertura após o corte, foram mais eficientes que a incorporação desses materiais ao solo para o desenvolvimento de ambas as culturas, promovendo aumentos de produção da ordem de 68 e 96% para o quiabeiro e para a mandioca respectivamente.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOUD, A.C. de; DUQUE, F.F. Efeitos de materiais orgânicos e vermiculita sobre a sequência feijão-milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, p.227-236, 1986.
- ABRÃO, P.V.R.; GOEPFERT, C.F.; GUERRA, M.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, p.169-172, 1979.
- ALMEIDA, D.L. de. **Contribuição da adubação orgânica para a fertilidade do solo**. Itaguaí: UFRRJ, 1991. 192p. Tese de doutorado.
- ALMEIDA, D.L. de; SANTOS, G. de A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMRAL SOBRINHO, N.M.B. de; PEREIRA, N.M.C.; EIRA, P.A. da; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Editora Universidade Rural, 1988. 179p. (Coleção Universidade Rural. Ciências Agrárias, n.2).
- ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; PACHECO, E.B. Preparo do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, p.40-45, 1987.
- ALVARENGA, R.C.; FERNANDES, B.; SILVA, T.C.A.; RESENDE, M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.273-277, 1986.

- AMADO, T.J.C., COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.251-257, 1989.
- AMEMIYA, M. Tillage-soil water relations of corn as influenced by weather. **Agronomy Journal**, Madison, v.60, p.534-537, 1968.
- ANDRADE, L.A. de B.; ABRAHÃO, J.T.M.; GODOY, O.P. Efeitos da incorporação de *Crotalaria juncea* L. sobre algumas características do solo e do desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). In: **Adubação Verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. p.46-47.
- ASMUS, R.M.F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.13, p.20-24, 1988.
- BENATTI Jr., R.; BERTONI, J.; MOREIRA, C.A. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, p.121-123, 1977.
- BENATTI Jr., R.; MOREIRA, C.A.; FRANÇA, G.V. Avaliação dos efeitos de sistemas de cultivo na produção de milho e nas propriedades edáficas em Latossolo Roxo no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.139-144, 1984.
- BIANCHINI, D.; PAULINO, V.T.; MATTOS, H.B. Efeito residual do nitrogênio mineral e do nitrogênio biológico fixado por leguminosas forrageiras sobre o rendimento do sorgo cultivado em rotação. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.312-313.
- BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H.; PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage cropping on soil moisture. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, p.593-596, 1971.

- BLEVINS, R.L.; THOMAS, G.W.; CORNELIUS, P.L. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, p.383-386, 1977.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.369-374, 1990a.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.91-98, 1990b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura - Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes, métodos oficiais**. Brasília, s. ed., 1983. 104p.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.L. do P.; COSTA, M.B.B. da; ALCANTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346p.
- CAMARGO, F.A. de O.; SANTOS, G. de A.; ROSSIELO, R.O.P. ZONTA, E. Acúmulo de nutrientes pelo arroz em resposta a incorporação de palha de arroz em um Gleissolo do estado do Rio de Janeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.394-395.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.99-105, 1990.

- CARVALHO, F.L.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.227-234, 1990.
- CARVALHO, F.L.C.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C.; MATOS, P.L.P. de. Efeito da redução do preparo do solo sobre o comportamento produtivo da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, p.609-614, 1988.
- CARVALHO, P.C.L. de; EZETA, F.N.; CALDAS, R.C.; RODRIGUES, E.M. Contribuição da endomicorriza para absorção de nutrientes e crescimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.1, p.55-59, 1982.
- CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.125-132, 1990.
- CENPUKDEE, U.; FUKAI, S. Effects of nitrogen supply on cassava/pigeonpea intercropping with three contrasting cassava cultivars. **Fertilizer Research**, The Hague, v.29, p.275-280, 1991.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob vegetação de cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.263-266, 1985a.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I.; FERNANDES, F.M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.267-270, 1985b.
- CHADA, S. de S.; DE-POLLI, H. Nodulação de leguminosas tropicais promissoras para adubação verde em solo deficiente em fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, p.1197-1202, 1988.
- CHAGAS, J.M.; KLUTHCONSKI, J.; AQUINO, A.R.L. de. *Leucaena leucocephala* como adubo verde para a cultura de feijão em cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, p.809-814, 1981.

- CHAGAS, J.M.; VIEIRA, R.F.; ARAÚJO, G.A. de A.; ARAÚJO, J.P.P. de. Efeitos da incorporação da *Crotalaria juncea* sobre a cultura do feijão no cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, p.152-161, 1987.
- CONCEIÇÃO, A.J. da. **A mandioca**. São Paulo: Ed. Nobel, 1981. 382p.
- CORAK, S.J.; FRYE, W.W.; SMITH, M.S. Legume mulch and nitrogen fertilizer effects on soil water and corn production. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, p.1395-1400, 1991.
- CORREIA, J.R.; FREITAS, P.L. de; MONCAIO, R.A.; RAMOS, M.L.G.; PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S.; COSTA, L.D. da; KER, J.C.; CARVALHO, V. de; RAMOS, J.G.A.; DIAS, C.A. Efeito do manejo de adubos verdes na produtividade de um latossolo vermelho-escuro argiloso, sob os cultivos de milho e mandioca. Goiânia: ENGOPA, 1991. 5p. (EMBRAPA. PNP de milho e mandioca. Projeto 0438801317).
- COSTA, M.C.B.; HAAG, H.P.; SARRUGE J.R. Nutrição mineral de hortaliças. 19. Absorção de macro e micronutrientes pela cultura do quiabeiro (*Hibiscus esculentum* L.). **Anais Escola Superior Luíz de Queiroz**, Piracicaba, v.29, p.109-125, 1972.
- DA ROS, C.O.; AITA, C.; BRAIDA, J.A.; HEINRICHS, R. Disponibilidade de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão a leguminosas de inverno e aveia preta no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.126-127.
- DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M. de. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, p.133-137, 1981.

- DE-POLLI, H.; CHADA, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.287-293, 1989.
- DE-POLLI, H.; SUHET, A.R.; FRANCO, A.A. Micronutrientes limitando a fixação de nitrogênio atmosférico e produção de centrosema em solo Podzólico-Vermelho-Amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1975, Campinas, **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.151-156.
- DODD, J.C.; ARIAS, I.; KOOMEN, I.; HAYMAN, D.S. The management of populations of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in acid-infertile soils of a savanna ecosystem. II. The effects of pre-cropping and inoculation with VAM-fungi on plant growth and nutrition in the field. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.122, p.229-240, 1990.
- EBELHAR, S.A.; FRYE, W.W.; BLEVINS, R.L. Nitrogen from legume cover crops for no tillage corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.51-55, 1984.
- ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; GUERRA, M.; ABRÃO, P.U.R. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo São Pedro (Podzólico-Vermelho-Amarelo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.245-249, 1984a.
- ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I.; GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.117-125, 1984b.

- ELTZ, F.L.F.; COGO, N.P.; MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado distrófico (São Jerônimo). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, p.123-127, 1977.
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.259-267, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 1v.
- EVANS, D.G.; MILLER, M.H. Vesicular arbuscular mycorrhizas and the soil-disturbance-induced reduction of nutrient absorption in maize. **New Phytologist**, Cambridge, v.110, p.67-74, 1988.
- EVANS, D.G.; MILLER, M.H. The role of the external mycelial network in the effect of soil disturbance upon vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization of maize. **New Phytologist**, Cambridge v.114, p.65-71, 1990.
- EZETA, F.N.; CARVALHO, P.C.L. de. Influência da endomicorriza na absorção de P e K e no crescimento da mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, p.25-28, 1982.
- FABRÍCIO, A.C.; BARBO, C.V.S.; NAKAYAMA, L.H.I. Efeito da adubação verde sobre o rendimento de grãos das culturas de trigo e soja. In: **Adubação Verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. p.49.
- FERRAZ, C.A.M. Nematóides. In: Instituto Brasileiro de Potassa. **Cultura e Adubação do Algodoeiro**. Piracicaba: Potassa, 1965. p.455-460.
- FERRAZ, L.C.B. Métodos alternativos de controle de fitonematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, p.23-30, 1992.

- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. 2ed.rev. e ampl. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 338p.
- FLEMING, A.A.; GIDDENS, J.E.; BEATY, E.R. Corn yields as related to legumes and inorganic nitrogen. **Crop Science**, Madison, v.21, p.977-980, 1981.
- FREITAS, P.L. de. Situação atual do inventário, da caracterização e da conservação de solos no centro-oeste brasileiro: área de manejo e conservação do solo. Trabalho apresentado no SEMINÁRIO SOBRE OS IMPACTOS DO DESENVOLVIMENTO NO MEIO AMBIENTE DE GOIÁS, Goiânia, GO, 1991.
- FRIEBE, B.; HENKE, W. Soil fauna and their straw decomposition capacity on reduced tillage. **Soil and Fertilizers**, Wallingford, v.54, p.1575, 1991. Resumo n. 13058.
- GOEDERT, W.J. O solo como fonte de nutrientes. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 1., Cruz das Almas-Ba, 1976. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPME, 1976. p.203-208.
- GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. **Culturas da fazenda brasileira**. 4.ed. São Paulo: Melhoramento, 1967. 461p.
- HOWELLER, R.H.; SIEVERDING, E.; SAIF, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. **Plant and Soil**, The Hague, v.100, p.249-283, 1987.
- HUANG, C.S.; SILVA, E.F.S.M. Interrupção do ciclo vital de *Meloidogyne incognita* por *Crotalaria* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.5, p.402-403, 1980.
- HULUGALLE, N.R.; LAL, R.; GICHURU, M. Effect of five years of no-tillage and mulch on soil properties and tuber yield of cassava on an acid Ultisol in south-eastern Nigéria. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.26, p.235-240, 1990.
- INFORME AGROPECUÁRIO. Mandioca: Possibilidades de utilização. Belo Horizonte, v.13, 1987.

- JAENH, A. Recuperação de lavoura cafeeira recepada com utilização de *Crotalaria spectabilis*, torta de mamona e nematicidas em área infestada por *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.8, p.257-264, 1984.
- JAENH, A.; REBEL, E.K. Uso de palha de café, leguminosa e nematicidas em mudas de cafeeiro, plantadas em área infestada por *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.8, p.309-318, 1984.
- JOHNSON, N.C.; PFLEGER, F.L. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. In: BETHLENFALVAY, G.J.; LINDERMAN, R.G., ed. **Mycorrhizae in sustainable agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1992. p.71-99. (ASA Special Publication, n.54).
- KANG, B.T.; ISLAM, R.; SANDERS, F.E.; AYANABA, A. Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on performance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grown on an alfisol. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.3, p.83-94, 1980.
- LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in western Nigéria. **Plant and Soil**, The Hague, v.40, p.321-331, 1974.
- LEAL, N.R.; HIDALGO, O. A prática da cobertura morta e a produção da batata. In: ENCONTRO FLUMINENSE DE OLERICULTURA, 2., 1990. Itaguaí. **Resumos...** Itaguaí: PESAGRO, 1990. p.11.
- LIMA, R. D ARC de. Sintomatologia e diagnose de nematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, p.17-22, 1992.
- LOMBARDI NETO, F.; MARIA, I.C. de; CASTRO, O.M. de, DECHEN, S.C.F.; VIEIRA, S.R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, p.71-75, 1988.

- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.71-75, 1987a.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; CASSOL, E.A. Influência da cobertura vegetal morta na redução da velocidade da enxurrada e na distribuição de tamanho dos sedimentos transportados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.193-197, 1987b.
- LOSIRIKUL, M.; NAGAHORI, K.; AMAYA, T. Effects of ridge lenght and mulching on erosion control: studies of water erosion control practices reclaimed sloping land (III). **Soil and Fertilizers**, Wallingford, v.54, p.1572, out 1991. Resumo n.13034.
- MACHADO, J.A.; BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.81-84, 1978.
- MACHADO, J.A.; SOUZA, D.M. de P.; BRUM, A.C.R. de. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, p.187-189, 1981.
- MAILLARD, A.; VEZ, A. Influence of tillage on nitrogen efficiency of farmyard and green manure under cropland. **Revue suisse Agriculture**, Lausanne, v.23, p.11-14, 1991.
- MANDIOCA e sua importância (um pouco) anônima. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, p.24-32, 1991.
- MARUN, F.; ANDROCIOILLI FILHO, A. ; VIEIRA, M.J. Manejo fitoedáfico para recuperação de cafeeiros depauperados cultivados em solo arenoso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 6º, E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1986, Campo Grande. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.26.

- MENDES, W.; LEMOS, P. de O. e C.; LEMOS, R.C.; CARVALHO, L.G. de O.; ROSENBERG, R.J. **Contribuição ao mapeamento em séries, dos solos do Município de Itaguaí.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas/Seviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1954. 53p.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, A.P.; INFORZATO, R.; IGUE, T. Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo, imediatamente antes do plantio, de diferentes formas de matéria orgânica não decomposta, na cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.25, p.349-363, 1966.
- MONDARDO, E.; MORAES, O. de; MOREL, D.A.; MIURA, L.; SCHIMITT, A.T. **Leguminosas para adubação verde em solos arenosos do sul de Santa Catarina.** Florianópolis: EMPASC, 1981. (EMPASC. Comunicado Técnico, n. 43).
- MOREIRA, C.A.; BENATTI JÚNIOR, R.; MARTINS, F.P.; SILVEIRA, G.M. da; COSTA, J.A. de S. Comparação entre três sistemas de manejo do solo em cultura de milho. **Bragantia**, Campinas, v.44, p.579-585, 1985.
- MOROTE, C.G.B.; VIDOR, C.; MENDES, N.G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.81-84, 1990.
- MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: FUNDAÇÃO DO PARANÁ, Londrina, PR. Plantio direto no estado do Paraná. Londrina, 1981. (Circular IAPAR, 23).
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.95-102, 1983.
- NUNES FILHO, J.; SOUZA, A.R. de; MAFRA, R.C.; JACQUES, F. de O. Efeito do preparo do solo sobre as perdas por erosão e produção de milho num podzólico vermelho amarelo eutrófico de Serra Talhada (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p.183-186, 1987.

NUNES, W. de O.; BRITO, D.P.P. de S.; MENEGUELLI, C.A.; ARRUDA, N.B. de; OLIVEIRA, A.B. de. Resposta da mandioca à adubação mineral e a métodos de aplicação de K em solos de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**, Rio de Janeiro, v.9, p.1-9, 1974.

OBI, A.O. Long-term effects of the continuous cultivation of a tropical ultisol in southwestern Nigéria. **Experimental Agriculture**, Cambridge v.25, p.207-215, 1989.

OGBONNA, C.K.C.; MABBAYAD, B.B. Effects of the incorporation of 90-day old stylo as green manure on the yield of corn (*Zea mays* L.) and on some soil properties. **The Philippine Journal of Crop Science**, Los Banos, v.8, p.129-132, 1983.

OHIRI, A.C.; EZUMAH, H.C. Tillage effects on cassava (*Manihot esculenta*) production and some soil properties. **Soil and Fertilizers**, Wallingford, v.54, p.287, 1991. (Resumo nº 2352).

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**, Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo podzólico vermelho-escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.

PAVAN, M.A.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIO FILHO, A.; SCHOLZ, M.F. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, p.187-192, 1986.

PAVAN, S.A.; MELO, W.J. Efeito do tipo de cobertura vegetal, da época de amostragem e da profundidade sobre a biomassa de um latossolo roxo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.406-407.

- RAMOS, D.P. Principais classes de solos brasileiros de maior risco a degradação. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1990, Itaguaí. **Anais...** Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Instituto de Florestas/Departamento de Ciências Ambientais, 1991. p.1-4.
- RAMOS, D.P.; CASTRO, A.F. de e CAMARGO, M.N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.8, p.1-27, 1973.
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J. Efeitos da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-amarelo fase cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, p.801-807, 1981.
- RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D.; PEREIRA, J. Efeito de quinze espécies de adubos verdes, na capacidade de retenção de água e no controle de nematóides, em latossolo vermelho-escuro sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, p.459-467, 1982.
- RESENDE, J.C.; FERRAZ, S. O controle de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* por diferentes variedades de mucuna. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.10, p.8-9, 1986.
- SANTOS, M.A.; RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.11, p.184-197, 1987.
- SARRANTONIO, M.; SCOTT, T.W. Tillage effects on availability of nitrogen to corn following a winter green manure crop. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.52, p.1661-1667, 1988.
- SCARANARI, H.J.; INFORZATO, R. Sistema radicular das principais leguminosas empregadas como adubo verde em cafezal. **Bragantia**, Campinas, v.12, p.291-296, 1952.

- SHARMA, R.D.; SCOLARI, D.D.G. Eficiência do adubo verde e rotação no controle dos nematóides fitoparasitas e seus efeitos na produção do feijão e milho sobre condições de cerrado. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. p.44-45.
- SIDIRAS, N.; DERPSH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.103-106, 1983.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C.; DERPSCH, R. Comparação de três métodos de preparo do solo em relação à algumas propriedades físicas, perdas de solo e água e a produtividade de soja e trigo em um Latossolo Roxo distrófico. Londrina: IAPAR, 1982. 16p. (IAPAR. Contribuição, 54).
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.249-254, 1985.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.181-184, 1986.
- SIEVERDING, E.; HOWELL, R.H. Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava yield response to phosphorus fertilization. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, p. 213-221, 1985.
- SILVA, J.R.; FREIRE, E.S. Efeito de doses crescentes do nitrogênio, fósforo e potássio sobre o rendimento da mandioca em solos de baixa e alta fertilidade. **Bragantia**, Campinas, v.27, p.357-364, 1968.
- SMITH, S.J.; SHARPLEY, A.N. Soil nitrogen mineralization in the presence of surface and incorporated crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.112-116, 1990.

- STAMFORD, N.P.; ALBUQUERQUE, M.H. Influência de estádios de crescimento na incorporação de leguminosas no cultivo do sorgo em plantios consecutivos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.242-243, 1992.
- STICLER, F.C.; SHRADER, W.D.; JOHNSON, I.J. Comparative value of legume and fertilizer nitrogen for corn production. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, p.157-160, 1959.
- TENENTE, R.C.V.; LORDELLO, L.G.E. Influência da mucuna preta (*Stylozobium aterrimum* (Piper e Tracy)) no ciclo *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919; Chitwood, 1949). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.4, p.213-215, 1980.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; OLIVEIRA, O.C.; LIMA, E.; GUIMARÃES, D.H.V. A importância de não queimar a palha na cultura de cana-de-açúcar. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1991. 12p. (EMBRAPA-CNPBS. Comunicado Técnico, 5).
- VASCONCELLOS, C.A.; PACHECO, E.B.; CRUZ, J.C.; FRANÇA, G.E. de. Adubação verde nas culturas do milho e do sorgo. In: **Adubação Verde no Brasil**, Campinas: Fundação Cargil, 1984. p.18-29.
- VASCONCELLOS, H. de O.; ARAÚJO, C.M.; BRITTO, D.P.P. de S. Manejo do solo em pomar de laranja pera (*Citrus sinensis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**, Rio de Janeiro, v.11, p.43-48, 1976.
- VIEGAS, G.P.; FREIRE, E.S.; FRAGA JÚNIOR, C.G. Adubação do milho. XV. Ensaio com mucuna intercalada e adubos minerais. **Bragantia**, Campinas, v.19, p.909-941, 1960.
- VIEIRA, M.J.; COGO, N.P.; CASSOL, E.A. Perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) em condições de chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.209-214, 1978.

- VOSS, M. População de minhocas em diferentes sistemas de plantio. **Plantio direto**, Ponta Grossa, v.4, p.6-7, 1986.
- YOST, R.S.; FOX, R.L. Contribution of mycorrhizal to P nutrition of crops growing on an Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.903-908, 1979.