

2. MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Luís Carlos Hernani¹
Júlio Cesar Salton²

2.1. Introdução

O uso inadequado dos recursos naturais (especialmente solo e água) tem induzido perdas irreparáveis aos ecossistemas. Assim, questiona-se: as atividades agrícolas estão realmente sendo efetivas no processo de gerar riquezas? Ao gerar riquezas estarão conservando e melhorando a qualidade ambiental ou estarão criando problemas que impedirão a sua própria sustentabilidade?

A administração ou manejo correto do solo exige profunda conscientização do agricultor, pois esse conceito exige mudança de filosofia de trabalho, posto que ele deverá pensar não só no retorno econômico imediato de sua atividade mas, sobretudo, na manutenção do equilíbrio do sistema ambiental em que a mesma está inserida.

2.2. Manejo e conservação de solos

O manejo de solo é constituído por todas as operações (desmatamento, adequação para exploração agropecuária, práticas culturais e de conservação, fertilização, correções e outras), que são aplicadas ao solo, para torná-lo produtivo. O manejo correto dos solos visa manter e/ou melhorar os seus atributos, viabilizando a produção econômica e sustentável. Nesse sentido, manejo de solo, embora seja aplicado freqüentemente como sinônimo de preparo de solo, é um conceito inclusive até mais amplo que conservação de solo.

As perdas de um ecossistema são relacionadas à forma e à intensidade com que o homem age sobre ele. A utilização excessiva de implementos de discos e a ausência de práticas conservacionistas

¹ Eng.-Agr., Dr., CREA nº 48189/D-SP, Visto 4996-MS, EMBRAPA-CPAO, Caixa Postal 661, 79804-970 - Dourados, MS.

² Eng.-Agr., M.Sc., CREA nº 494/D-MS, EMBRAPA-CPAO.
vegetativas (adubação verde, rotação de culturas, etc.) são os maiores causadores da degradação ambiental no meio agrícola. Daí a grande importância do manejo correto do solo e, nesse aspecto, salienta-se a

importância dos sistemas conservacionistas que são embasados em programas de rotação de culturas, onde a cultura do milho apresenta grande importância.

Para otimizar a exploração dos recursos naturais de uma propriedade agrícola, ou de uma bacia hidrográfica, deve-se realizar um planejamento conservacionista. Neste, após um levantamento do meio físico e classificação da capacidade de uso das terras, são definidas as práticas de manejo. O milho deve ser cultivado em glebas aptas para culturas anuais, adotando-se sistema de manejo, que permita obter produtividade e retorno econômico, pelo maior período de tempo possível. Algumas destas práticas serão ressaltadas a seguir.

2.2.1. Plantio em nível

É a mais simples e uma das mais importantes práticas de conservação do solo, porque, além de controlar a erosão, facilita e torna mais eficientes as práticas complementares também orientadas pela curva de nível (ou nivelada básica). Dados citados por Bertoni & Lombardi Neto (1985) mostraram que operações tratorizadas realizadas em nível foram 13% mais rápidas e 9% mais econômicas; além disso, o plantio em nível aumentou em 23% o rendimento do milho e diminuiu em 50% as perdas por erosão, quando comparado com o plantio “morro abaixo”. No Sistema Plantio Direto, já devidamente implantado, com cobertura do solo em quantidade e qualidade adequadas, é aceitável que a semeadura do milho seja efetuada em linha reta, no sentido da maior extensão do terreno, pois aumenta consideravelmente o rendimento operacional das máquinas e facilita as operações subseqüentes.

2.2.2. Adubação verde e consorciação de culturas

O melhoramento dos atributos e da proteção do solo contra a erosão podem ser obtidos através da utilização de espécies vegetais. Na adubação verde, a parte aérea da espécie cultivada, ao atingir o seu pleno florescimento, é incorporada ao solo através de aração ou gradagem ou é mantida sobre a superfície do terreno, através do manejo com ceifadora, rolo-faca ou herbicidas.

Nas condições tropicais, resíduos deixados sobre a superfície, como cobertura morta, trazem melhores benefícios ao solo, que se incorporados. Esses resíduos, ao protegerem o solo contra a radiação solar excessiva, o impacto das gotas de chuva e a evaporação, mantêm relativamente

estabilizadas a temperatura, a umidade e a atividade microbiana nas camadas superficiais do solo. O efeito da cobertura morta sobre a emergência de plantas daninhas é também bastante significativo, reduzindo a população de determinadas espécies. Sabe-se que por diferentes efeitos (alelopatia, supressão, etc.) as culturas influenciam a ocorrência de outras plantas, especialmente as denominadas daninhas. A inclusão do nabo forrageiro em sistema de rotação de culturas envolvendo o milho, torna-se bastante interessante, sobretudo considerando-se seus efeitos sobre a ocorrência de plantas daninhas de folhas largas, como exemplifica a Tabela 1, baseada em Almeida & Rodrigues (1985).

TABELA 1. Cobertura morta de diferentes espécies e a incidência de plantas daninhas.

Espécie	Planta Daninha			
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Richardia brasiliensis</i>
	%			
Colza	44	34	4	11
Nabo forrageiro	38	41	3	0
Centeio	13	17	23	33
Aveia-preta	49	13	13	4

Fonte: Almeida & Rodrigues (1985).

Na adubação verde as plantas podem ser cultivadas tanto no inverno quanto no verão, trazendo efeitos benéficos às culturas subseqüentes e a todo o ambiente. Efeitos dessas plantas de inverno, no milho, têm sido relatados por vários autores, tais como Kanthack et al. (1991). Esses autores verificaram que após tremoço a adubação nitrogenada no milho poderia ser dispensada. O nabo forrageiro, como antecessor ao milho, tem apresentado excelentes resultados na região centro-sul de Mato Grosso do Sul (Salton et al., 1996). Em Maracaju, na Fundação MS, a sucessão nabo forrageiro/milho elevou a produtividade (Fig. 1) e a resposta à adubação nitrogenada do milho em relação à sucessão aveia-preta/milho (Fig. 2). Além disso, a sucessão nabo forrageiro/milho, aumentou o pH e os teores de K, Ca e CTC do solo (Tabela 2). Tais resultados indicam que o nabo forrageiro pode substituir cerca de 30

kg ha⁻¹ de N, o qual seria aplicado na cultura do milho cultivado subseqüentemente. Cultivado após plantas para adubação verde de verão, o milho também tem apresentado ótimos resultados. Entretanto, nesse período, normalmente dá-se preferência às culturas que proporcionam

retorno econômico. Uma saída é o uso de consorciações de leguminosas com culturas comerciais como o milho.

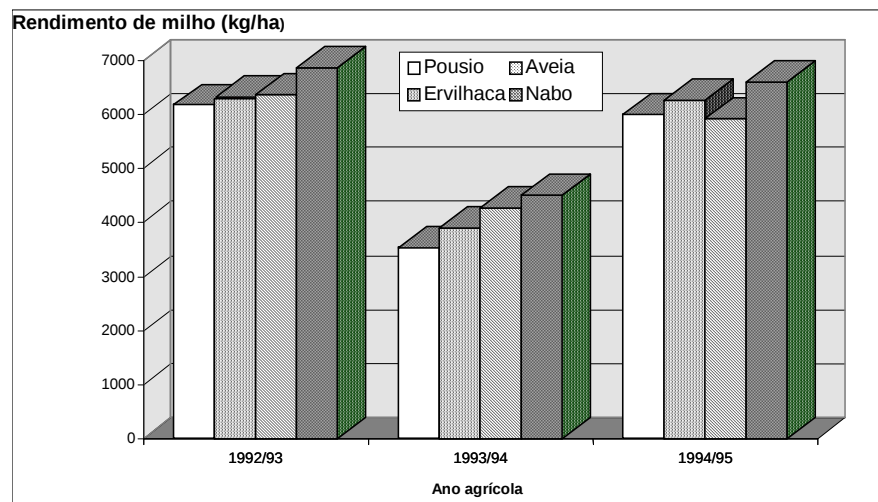


FIG. 1. Rendimento médio de grãos de milho cultivado após diferentes culturas de inverno manejadas com rolo-faca, nas safras de 1992/93 a 1994/95, médias de três repetições.

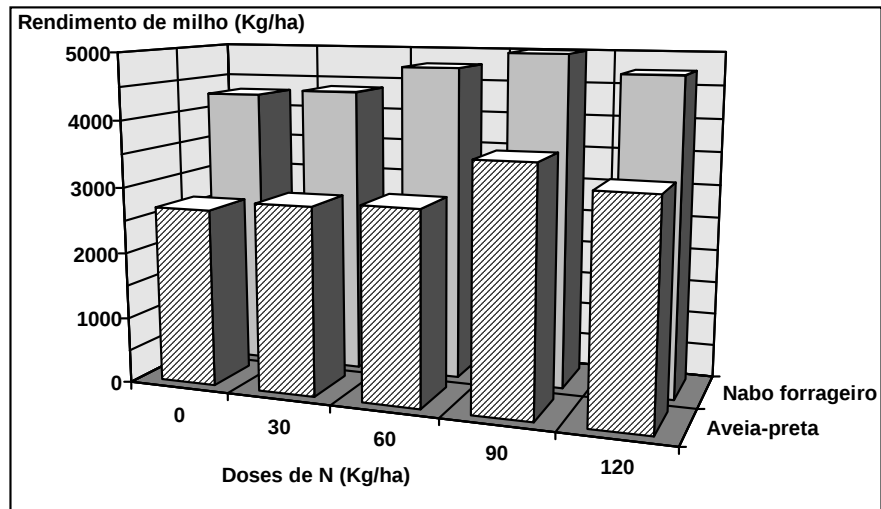


FIG. 2. Produtividade média de milho (AG 122) em sucessão à aveia-preta e ao nabo forrageiro, com doses crescentes de nitrogênio em cobertura, no Sistema Plantio Direto.

Efeitos benéficos ao rendimento do milho em sistemas consorciados, registrados por diferentes autores, foram ratificados, nas condições edafoclimáticas de Dourados, em trabalhos desenvolvidos pela ex-EMBRAPA-UEPAE de Dourados, atual EMBRAPA-CPAO. Os rendimentos de milho, em ausência de adubação nitrogenada de cobertura, foram sensivelmente mais elevados no consórcio milho + calopogônio, comparado ao milho solteiro e a consórcios desse cereal com diferentes leguminosas (Fig. 3). Outros ensaios, na mesma Unidade, mostraram que o consórcio milho + mucuna preta elevou rendimentos de culturas seqüenciais de trigo e soja, mantendo níveis médios de cobertura morta acima de 5 t/ha por cerca de quinze meses (Salton et al., 1988).

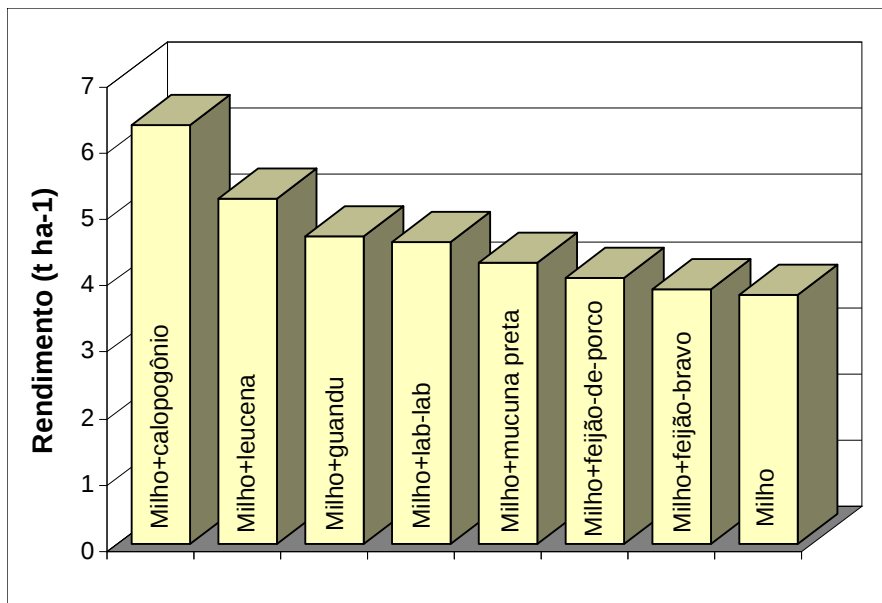


FIG. 3. Rendimento de grãos de milho solteiro e consorciado com leguminosas, safra 1987/88, em Dourados, MS. EMBRAPA-CPAO, 1997.

Arf (1995), em Selvíria, MS, mostrou que a mucuna preta semeada aos 75 dias após a semeadura do milho não interferiu na produtividade do milho e proporcionou maiores quantidades de matéria seca. Portanto, consorciações de milho com outras culturas são viáveis (Castro Filho & Vieira, 1982) e, em condições adversas, mostram nítidas vantagens sobre a

monocultura, especialmente em áreas de baixa precipitação pluvial (Lopes et al., 1979). A mecanização de culturas consorciadas, entretanto, ainda encontra-se em desenvolvimento. Assim, essa técnica é praticada, normalmente, pelo pequeno agricultor, em sistema de manejo pouco desenvolvido (baixo ou nenhum uso de insumos), sendo o consórcio mais comum o milho + feijão. Nesse consórcio, a produtividade do milho é muito menos afetada que a do feijão (Viegas & Peeten, 1987), devido principalmente à desvantagem do feijão na competição por luz. Isso pode ser amenizado, segundo Fontes et al. (1976), por cultivos em faixas, ou seja, faixas com milho ao lado de faixas com feijão. Segundo Faria (1978), essa seria uma alternativa mais eficiente que a consorciação, principalmente em relação ao rendimento do feijoeiro.

2.2.3. Rotação de culturas

O solo é um sistema vivo e dinâmico. Em seu corpo vivem uma infinidade de espécies de seres que se interrelacionam e são altamente dependentes entre si, cuja qualidade de vida é diretamente influenciada pelo chamado equilíbrio biológico aí existente. Qualquer alteração prolongada nesse equilíbrio, entretanto, pode induzir processos irreversíveis de degradação. As causas desses desequilíbrios biodinâmicos prolongados e definitivos podem ser: o desmatamento, as queimadas, os sistemas de preparo de solo inadequados, a fertilização desequilibrada, o uso incorreto da terra, a negligência com a matéria orgânica e a monocultura. Todos esses agentes induzem em maior ou menor proporção, a uma queda na qualidade da estrutura ativa do solo, expondo a matéria orgânica a fatores intempéricos e a processos de perdas, gerando dispersão das partículas minerais do solo, compactação, incrementos na erosão, queda da capacidade de troca de cátions e na retenção e armazenamento de água. Tudo isso afeta o equilíbrio entre os seres vivos do solo, gerando a seleção de algumas espécies cujo número de indivíduos tenderiam a crescer demasiadamente em detrimento de indivíduos de outras espécies. Prolongando-se essa situação ter-se-á a degradação do sistema.

Uma dada cultura pode modificar o ambiente por várias razões, como: absorção seletiva de nutrientes; excreções radiculares específicas; microvida específica associada à rizosfera; efeito do metabolismo radicular sobre o pH do solo; absorção e transpiração de água e composição dos restos vegetais que retornarão ao solo. Assim, devido a esses aspectos, a monocultura tem produzido desequilíbrios químicos no solo, devido à extração específica de certos nutrientes, proporcionando maior incidência de algumas espécies de plantas daninhas e, também, de pragas e doenças.

Esses fatores determinam queda na fertilidade dos solos e na produtividade de culturas.

A sucessão soja/trigo utilizada por vários anos acarreta problemas semelhantes à monocultura. Da mesma forma, pode-se enfatizar que a sucessão soja/milho “safrinha” ou a soja/milheto, repetida por anos seguidos, nada mais é, também, que uma monocultura. Para contornar tais problemas e ainda melhorar e/ou conservar os atributos dos solos e, conseqüentemente, a produtividade das diferentes explorações de um ecossistema, preconiza-se, desde a antigüidade, o uso da rotação de culturas. Essa prática envolve uma seqüência ordenada de diferentes culturas no tempo ou no espaço, sendo que uma mesma espécie só pode retornar a ser cultivada no mesmo local após um intervalo de dois anos. Embora esse seja o conceito de rotação de culturas mais aceito, o tempo de retorno de uma cultura a uma dada gleba pode ser variável em função de alguns fatores; entre eles, citam-se a viabilidade de um determinado patógeno ou a quebra do ciclo de uma dada praga. Esses fatores dependem da taxa de decomposição dos resíduos vegetais que os mantêm, sendo essa taxa influenciada por condições ambientais (temperatura e umidade) e por maior ou menor contato dos resíduos com o solo.

A rotação de culturas pode influenciar diferentes aspectos ambientais e atributos dos agroecossistemas. Sabe-se que as culturas influenciam de forma diferenciada o controle dos processos erosivos pela sua arquitetura, tipo do seu sistema radicular e formação de cobertura morta. Assim, Bertoni et al. (1972) mostraram que o milho é uma das culturas que mais conservam o solo contra as perdas de solo e água (Tabela 3), sendo cerca de três vezes mais eficiente que o feijão e duas vezes mais que o algodão, na redução de perdas de solo, indicando que sua presença num sistema de rotação de culturas fortalece o controle da erosão de todo o sistema. Comparando a sucessão soja/trigo com a rotação nabo forrageiro/milho/aveia-preta/soja/trigo/soja, nas condições edafoclimáticas de Dourados, MS, Hernani (1997) mostrou que ao final do primeiro ciclo, o sistema com rotação havia proporcionado condições para a elevação de potássio e matéria orgânica nos primeiros 5 cm do solo, quando comparado à ausência de rotação (Tabela 4).

TABELA 3. Efeito de diferentes culturas no controle da erosão de solo e água.

Cultura	Perdas por erosão	
	Solo ($t\ ha^{-1}$)	Água (%)
Feijão	38	11

Algodão	25	10
Soja	20	7
Milho	12	5

Fonte: Bertoni et al. (1972).

TABELA 4. Rotação de culturas e a fertilidade da camada 0-5 cm de um latossolo roxo muito argiloso, ao final do primeiro ciclo de rotação.

Atributos	Sistema	
	soja/trigo contínuo	nabo forrag./milho/aveia-preta/soja/trigo/soja
K ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)	10,8 b	11,6 a
MO (g dm^{-3})	3,0 b	3,2 a

Fonte: Hernani (1997).

A taxa de infiltração de água no solo é influenciada pela rotação de culturas, sendo cerca de quatro vezes maior (Tabela 5) quando se cultivou uma rotação anual de soja/milho, comparado ao milho/pousio contínuo (Roth et al., 1987). O índice de estabilidade de agregados, na camada 0-10 cm do solo, foi significativamente maior (Tabela 6) quando se cultivou tremoço/milho/aveia-preta/soja/trigo/soja em comparação com a sucessão soja/trigo contínua por vários anos (Calegari et al., 1994). A compactação do solo foi cerca de quatro vezes mais elevada em sistema de sucessão de culturas contínuas como soja/trigo (Tabela 7) do que em sistemas de maior diversidade cultural como o nabo forrageiro/milho/aveia/milheto (Dillenburg et al., 1994).

Os efeitos de espécies vegetais em plantas daninhas têm sido utilizados para tornar os sistemas de rotação mais efetivos. O nabo forrageiro, quando inserido em sistemas de rotação de culturas, tem induzido a diminuição de espécies de plantas daninhas de folhas largas, enquanto o centeio interfere em plantas de folhas estreitas, conforme mostraram Almeida & Rodrigues (1985).

TABELA 5. Avaliação comparativa da taxa de infiltração de água no solo em diferentes sistemas de rotação de culturas, na região norte do Paraná.

Sistema de rotação	Comparativo da taxa de infiltração
--------------------	------------------------------------

	%
Soja/trigo/milho/trigo	80
Milho/trigo contínuo	47
Milho/pousio contínuo	25

Fonte: Roth et al. (1987).

TABELA 6. Sistemas de rotação de culturas, índice de estabilidade de agregados (IEA) e diâmetro médio ponderado de agregados estáveis (DMP), após sete anos de cultivo.

Rotação	SP	Profundidade (cm)			
		0-10	10-20	0-10	10-20
		IEA		DMP	
Trigo/milho/aveia-preta/soja	PD	41,5 a	40,3 a	1,7 a	1,8 a
Tremoço/milho/aveia-preta/soja/ trigo/soja	PD	41,1 a	37,4 a	1,8 a	1,7 a
Trigo/milho/aveia preta-tremoço/ soja	PD	40,2 a	43,2 a	1,7 a	1,6 ab
trigo/soja	PC	26,8 b	34,3 a	1,6 a	1,3 b

Fonte: Calegari et al. (1994).

TABELA 7. Sucessões de culturas e compactação do solo.

Sistemas	Profundidade (cm)	
	4-12	12-22
	kgf cm ⁻²	
Trigo/soja contínuo	52	48
Aveia/soja contínuo	40	30
Nabo forrageiro/milho contínuo	30	36
Tremoço/milho- aveia preta/soja	35	30
Nabo/milho - aveia preta/milho	12	18

Fonte: Dillenburg et al. (1994).

Os efeitos da rotação de culturas sobre o controle de pragas e doenças têm sido fortemente enfatizados por muitos autores. Costamilan & Lhamby (1994) mostraram que o uso de milho em um ano e soja em dois anos

seguidos levaram à ocorrência de podridão parda da haste de soja a níveis semelhantes ao proporcionado pelo uso contínuo da soja, enquanto que a simples inclusão do milho entre dois cultivos de soja (rotação anual milho/soja) proporcionaram níveis de incidência dessa doença cerca de duas vezes menores (Tabela 8). Estudo realizado em Illinois, USA, por onze anos, demonstrou que, em áreas onde ocorre o nematóide de cisto (*Heterodera glycines*), a simples inclusão de cultivares de soja resistentes ao nematóide pode não ser a decisão mais acertada, se o seu cultivo for contínuo, visto que tal resistência pode ser quebrada ao longo do tempo (Noel & Edwards, 1996). Esses autores demonstraram que quando se introduz a rotação anual de milho/soja, mesmo sendo a leguminosa uma cultivar suscetível, os números de cistos foram mantidos próximos de zero durante cerca de dez anos. Isso enfatiza o fato de que a rotação de culturas quando composta por uma diversidade adequada de culturas induz sempre a melhoria da qualidade do agroecossistema.

TABELA 8. Sistemas de rotação de culturas e ocorrência de podridão parda da haste de soja (PPHS).

Rotação	Incidência de PPHS (%)
Milho-soja-soja	95
Soja-soja-soja	88
Soja-milho-soja	38

Fonte: Costamilan & Lhamby (1994).

A rotação milho-soja traz, entre outros benefícios, a redução no custo da adubação de nitrogênio (N) para o milho. Mascarenhas et al. (1983) mostraram que a aplicação de N em cobertura praticamente não afetou os rendimentos de milho quando este foi cultivado após soja. Observaram também que para cada ano de cultivo de soja o rendimento de milho aumentou em 539 kg ha⁻¹. Por outro lado, quando a rotação de cultura se associa à adubação nitrogenada, os efeitos daquela são grandemente minimizados, indicando a necessidade de melhor equacionamento da adubação nitrogenada nessas situações (Tabela 9).

TABELA 9. Sistemas de rotação de culturas, doses de adubação nitrogenada e produtividade de milho.

Rotação	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
	0		90	
	Absoluta kg ha ⁻¹	Relativa %	Absoluta kg ha ⁻¹	Relativa %
Milho - pousio- milho	3.238	100	6.157	100
Milho -tremoço - milho	5.580	172	6.740	109
Soja - tremoço- milho	6.232	192	7.232	117

O efeito de diferentes sistemas de rotação de culturas sobre o rendimento de milho foi demonstrado por Myiasaka et al. (1983), os quais enfatizaram que a seqüência milho/algodão/feijão/amendoim elevou a produtividade de milho em 27%, em relação ao cultivo de milho contínuo (Tabela 10). Em Sistema Plantio Direto (Tabela 11), a rotação nabo forrageiro/milho/aveia-preta/soja/trigo/soja proporcionou condições de estabilidade da produção da soja e rendimentos cerca de 27% superiores aos obtidos com o uso contínuo de soja/trigo (Hernani, 1997).

TABELA 10. Sistema de cultivo e a produtividade de milho.

Rotação	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Rel. (%)
Milho contínuo	3.377	100
Pastagem (3 anos), milho	3.809	113
Milho/algodão/amendoim	4.258	126
Milho/algodão/feijão/amendoim	4.302	127

Fonte: Myasaka et al. (1983).

TABELA 11. Produtividade de soja e trigo no Sistema Plantio Direto.

Rotação	Produtividade		Trigo 1996
	Soja		
	1995/96	1996/97	
		kg ha ⁻¹	
Soja/Trigo contínuo	2044	2400	1769
NF/MI/AV/SO/TR/SO	2801	2873	1980

Fonte: Hernani (1997).

Conforme Viegas & Machado (1990), os objetivos da rotação de culturas podem ser resumidos em:

- a) aumentar e/ou manter a matéria orgânica do solo;
- b) diminuir perdas por erosão;
- c) controlar plantas daninhas, doenças e pragas; e
- d) melhorar o aproveitamento de nutrientes.

Além disso, com a rotação de culturas espera-se: diminuir custo com adubação e agrotóxicos; ampliar o período de utilização de máquinas e implementos, diminuindo investimentos com esse fator de produção; e distribuir mais uniformemente e melhor utilizar a força de trabalho durante o ano.

Se a adubação verde exclusiva no verão não tem sido utilizada por motivos econômicos, a consorciação, em larga escala, também apresenta obstáculos quanto a sua condução. Assim, a rotação de culturas pode ser uma das alternativas viáveis, tanto técnica quanto economicamente.

Cada ambiente exigirá estudos específicos no sentido de se definir uma dada seqüência de culturas que se adapte às condições do agricultor, às exigências do mercado e das condições edafoclimáticas. De maneira geral, o que deve-se procurar num sistema de rotação de culturas é que seja flexível, permitindo mudanças esporádicas ao longo do tempo, seja exeqüível agronomicamente e seja economicamente rentável. Assim, como sugestão geral indica-se para a região centro-sul de Grosso do Sul, a rotação soja-soja-milho, ou seja, para um mesmo terreno, a cada dois anos seguidos de soja, tem-se um ano com milho (Fig. 4). Entretanto, para a região norte, especialmente a dos chapadões, pode-se buscar outras alternativas, além do milho, tais como o algodão, compondo-se assim um sistema de rotação mais diversificado e por esta mesma razão com melhores condições de sucesso.

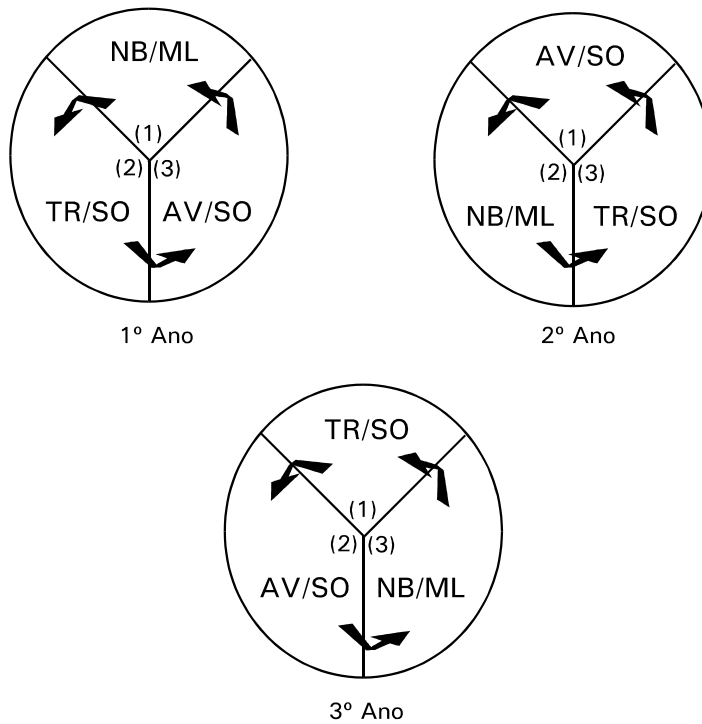


FIG 4. Sistema de rotação de culturas sugerido para a região centro-sul de Mato Grosso do Sul. NB = nabo forrageiro; AV = aveia preta; TR = trigo; ML = milho; SO = soja; (1,2,3) = glebas.

2.2.4. Sistema Plantio Direto

O Sistema Plantio Direto (SPD) baseia-se em sistemas de rotação de culturas e caracteriza-se pelo cultivo em terreno coberto por palha e em ausência de preparo de solo, por tempo indeterminado. Nesse sistema, utilizam-se semeadoras específicas para o corte da palha, abertura de pequeno sulco e deposição de sementes e adubos. Realizam-se controle químico das plantas daninhas e um conjunto de outras práticas conservacionistas, que permitem manter uma cobertura morta sobre o solo em quantidade e qualidade adequadas para, enfim, melhorar a sustentabilidade de todo o ecossistema.

A cobertura morta é um dos fatores que determinam o sucesso do SPD, visto que esta é responsável pela proteção dos agregados do solo contra os efeitos erosivos da chuva; redução da evaporação e do escoamento superficial; aumento da infiltração e do armazenamento de água no perfil; aumento da agregação e da estabilidade de agregados do solo, manutenção de temperaturas mais amenas das camadas mais superficiais do solo e impedimento de germinação de plantas daninhas. Tais efeitos, aliados àqueles promovidos pela rotação de culturas, tornam o SPD a forma de manejo de solo mais adequada às condições tropicais.

Na instalação desse sistema, recomendam-se alguns cuidados especiais, além dos já descritos nos itens anteriores, pois o SPD não deve ser adotado em glebas que apresentem erosão em sulcos ou laminar moderada, alta incidência de plantas daninhas, principalmente as de difícil controle, e em solos compactados. Devem também ser evitados os solos com baixos teores de nutrientes (distróficos), com alta saturação de alumínio em todo o perfil (álícos), com alta saturação de alumínio abaixo dos primeiros 20 cm (endoálícos) e os altamente desagregados superficialmente (ocorrência de crostas).

Para elevar a probabilidade de sucesso na implantação e desenvolvimento do SPD, é necessário adotar criteriosamente recomendações relativas a aspectos humanos, técnicos e de infra-estrutura, alguns dos quais são apresentados a seguir de forma resumida.

2.2.4.1. Conscientização

É preciso haver plena consciência de que o sistema de produção de soja predominante na região central do Brasil, que tem como forma de preparo do solo o uso continuado de grades de discos, em várias operações anuais, acarreta um intenso processo de degradação dos solos, tais como:

- a) alterações em sua estrutura, formação de camada compactada e de encrostamento superficial, com conseqüências desastrosas como a redução na taxa de infiltração de água no solo;
- b) diminuição do volume de solo passível de ser explorado pelas raízes;
- c) incrementos das perdas por erosão de nutrientes e de matéria orgânica do solo;
- d) aumento do custo de produção;
- e) maior suscetibilidade das culturas à ocorrência de veranicos, e
- f) incremento na incidência de pragas e/ou doenças.

É necessário conscientizar-se de que a alternativa racional para esta conjuntura é a adoção do SPD, em que os problemas anteriormente apontados não ocorrem. De outro lado, o uso contínuo das tecnologias que compõem esse sistema proporcionam efeitos positivos no microambiente do solo, com melhoria na conservação e na qualidade da água, no aproveitamento dos recursos e insumos, na redução dos custos de produção, na estabilidade da produção e, finalmente, o mais importante, na melhoria das condições de vida do produtor rural e de toda a sociedade.

O SPD possibilita aumentos consideráveis na produtividade das culturas como o milho. Conforme foi demonstrado por Hernani (1997), em Dourados, MS, num latossolo roxo argiloso cultivado com a sucessão soja/aveia-preta por seis anos consecutivos e após com nabo forrageiro/milho, em diferentes sistemas de preparo do solo, o milho no SPD apresentou rendimento de grãos cerca de 28% superior ao sistema de preparo do solo com grades (Tabela 12).

TABELA 12. Produtividade do milho após seis anos com a sucessão soja/aveia-preta e um ano com nabo forrageiro, para três sistemas de preparo de solo.

Sistema de preparo	Produtividade de milho		
	kg ha ⁻¹	sc ha ⁻¹	% relativa
Escarificador + grades	5.390 b	90	96
Grade pesada + niveladora	5.640 b	94	100
Plantio Direto	7.206 a	120	128

Fonte: Hernani (1997).

2.2.4.2. Levantamento dos recursos

O diagnóstico detalhado da propriedade agrícola é essencial para obtenção de sucesso no SPD. Deve-se realizar um levantamento geral dos recursos, tal como segue:

Solos

Coletar e organizar informações referentes ao tipo de solo, fertilidade (realizar adequada amostragem das camadas 0-20, 20-40 e 40-60 cm), ocorrência de pedras, presença de camadas compactadas, topografia, ocorrência e severidade da erosão, práticas conservacionistas existentes (inclusive as necessidades quanto à manutenção do sistema de terraços e eliminação dos sulcos da superfície do terreno), vias de acesso, etc. Na amostragem de solo para fertilidade devem ser observadas as recomendações específicas contidas no item 3.1. Para verificar a existência e a profundidade de camadas compactadas no solo, determina-se a resistência à penetração com instrumento pontiagudo em pequenas trincheiras ou com penetrômetro de impacto, conforme Hernani (1991).

Água

É importante fazer observações relativas à drenagem dos solos, existência e proteção de córregos, açudes, etc.

Vegetação

O levantamento e o mapeamento da vegetação é muito importante. O relativo à ocorrência de plantas daninhas é muito útil para definir o seu manejo químico.

Máquinas e equipamentos

No SPD é essencial a existência de pulverizador de herbicidas dotado de bicos adequados e capaz de operar nas condições ideais de pressão e vazão. O uso de equipamentos de calibração e a avaliação

das condições climáticas são muito úteis. Quanto às plantadoras, existem disponíveis no mercado vários modelos específicos para o SPD, além de adaptações de sistemas de corte da palha para plantadoras convencionais, com baixo custo e boa eficiência operacional.

Recursos humanos

Para a execução do SPD, a mão-de-obra deverá estar conscientizada dos princípios do sistema e adequadamente informada quanto ao uso das tecnologias que o compõem. São necessários treinamentos, especialmente para os operadores de máquinas, quanto ao uso de semeadoras e pulverizadores, além de conhecimentos sobre plantas daninhas e herbicidas. A participação do produtor e da assistência técnica em associações ou grupos de troca de informações e experiências, como Grupo de Plantio Direto, Clube Amigos da Terra, etc., são ideais para facilitar e impulsionar a adoção do SPD.

2.2.4.3. Planejamento

Em qualquer atividade, o planejamento é importante fator para reduzir erros e riscos e aumentar a chance de sucesso. São etapas do planejamento: I) análise dos resultados e produtos do levantamento dos recursos; II) elaboração e interpretação de mapas, croquis e esquemas de trabalho, onde uma das principais ações é a divisão da fazenda em glebas e a priorização cronológica das mesmas para a implantação do SPD. Esse sistema de produção inclui a rotação de culturas como tecnologia essencial. Para tanto, a divisão da propriedade em glebas ou talhões é uma necessidade, devendo para isto ser utilizadas as informações obtidas nos levantamentos de fertilidade, topografia, vias de acesso, etc. Não existem padrões estabelecidos de tamanho das áreas, devendo o critério técnico prevalecer nesta decisão; III) cronograma de ações para as várias glebas, visando correção de acidez e fertilidade, operações de incorporação de adubos e corretivos, pulverizações, semeadura e manejo de coberturas vegetais, semeadura das culturas comerciais, seqüência e alternativas de sucessão de culturas, etc.

Visto que o SPD envolve um processo de adaptação a um novo sistema de produção, recomenda-se iniciá-lo numa área pequena e que apresente ausência, ou um mínimo de limitações. É importante, ao iniciar a adoção do SPD, fazê-lo na melhor gleba, em área relativamente pequena (cerca de 10 ha), para familiarizar-se com as tecnologias e elevar as chances de sucesso. A inclusão de novas glebas no sistema deve ser

gradual, até que a área total da propriedade esteja envolvida, mesmo que para isso vários anos sejam necessários. Com base no levantamento do solo, devem ser estabelecidas seqüência e forma de adequação química e física do solo através de uso de corretivos, escarificação, etc., conforme recomendações disponíveis.

Com relação ao cultivo da soja em SPD, em áreas de campo nativo, esta técnica, embora haja alguns exemplos de sucesso no Rio Grande do Sul e no Paraná, ainda não está recomendada para as condições de cerrado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, onde está em fase de estudos.

O treinamento da mão-de-obra deve ser planejado de forma que no momento de realizar as operações haja conhecimento suficiente para implementar as ações.

2.2.5. Cobertura do solo

O SPD pressupõe a existência de adequada quantidade de palha sobre a superfície do solo. Tal cobertura deverá resultar do cultivo de espécies que disponham de certos atributos, como: produzir grande quantidade de massa seca, possuir elevada taxa de crescimento, resistência à seca e ao frio, não infestar áreas, ser de fácil manejo, ter sistema radicular vigoroso e profundo, elevada capacidade de reciclar nutrientes, fácil produção de sementes, elevada relação C/N, entre outras. No mínimo 80% da superfície do terreno deve ser coberta com a palha, sendo este fator mais importante do que a própria quantidade de palha, a qual pode ficar em torno de 5 t ha⁻¹.

2.2.5.1. Espécies

Em função de que os estados de MS e MT apresentam grande diversidade de solo e clima, as recomendações das espécies a serem cultivadas para cobertura e produção de palha devem ser regionalizadas o máximo possível.

Centro-Sul de Mato Grosso do Sul

Nesta região, as condições climáticas são relativamente mais favoráveis para cultivo ao longo do ano.

Outono - a semeadura dá-se após a colheita da soja ou milho, indo do final de março até meados de maio, recomendando-se as espécies de aveia, nabo forrageiro, centeio ou outras culturas de grãos (trigo, colza, triticale). Resultados de pesquisa apontam melhores rendimentos com as sucessões aveia/soja e nabo forrageiro/milho.

Primavera - neste caso, recomenda-se o uso de espécies exclusivamente para produção de palha, com semeadura em final de agosto e início de setembro, assim que ocorrerem as primeiras chuvas. Destaca-se o milheto (comum ou africano) por produzir, aos 45 a 50 dias após a semeadura, excelentes cobertura do solo (90%) e quantidade de matéria seca (5 a 8 t ha⁻¹). Para semeadura em linha, utiliza-se cerca de 12 a 15 kg ha⁻¹ de sementes. O manejo da massa verde deve ser efetuado próximo aos 50 dias após a semeadura, período em que as plantas estarão emitindo a inflorescência. Outras espécies também podem ser utilizadas, como o sorgo e o teosinto. Sugere-se adotar a semeadura de culturas nessa época, em áreas menores e que apresentem baixa intensidade de cobertura de solo, visto que, vindo em seqüência, a semeadura de soja ocorrerá no final da época recomendada (final de novembro a início de dezembro), o que poderá influenciar a semeadura da safrinha posterior. Isso salienta a importância do planejamento e, especialmente, do cronograma de ações.

Safrinha - consiste na semeadura em época imediatamente posterior à recomendada para a cultura, resultando geralmente em produtividades inferiores às normalmente obtidas. A principal cultura utilizada é o milho, que, neste caso, deve ser semeado logo após a colheita da soja até, no máximo, 15 de março, quando espera-se produções relativamente razoáveis de grãos e boa quantidade de palha. O girassol também pode ser cultivado nesse período, visando produção de grãos e seus efeitos supressivos sobre plantas daninhas. A cultura “da safrinha” deve ser sempre de espécie diferente da cultivada anteriormente, na época normal, visto que esta pode transformar-se em meio de propagação e disseminação de doenças e pragas, inviabilizando a própria cultura comercial principal.

Verão - o cultivo de leguminosas solteiras apresenta excelentes resultados na recuperação e/ou melhoramento do solo, neste período, mas isto geralmente implica na impossibilidade de cultivar soja ou milho em sua melhor época. Algumas tentativas de consorciação de leguminosas (mucuna-preta, calopogônio, feijão-bravo, crotalárias, etc.) com milho, arroz e girassol, foram desenvolvidas na região com relativo sucesso, conforme já foi relatado anteriormente. Todavia, não tem havido grande interesse dos produtores em adotar tais tecnologias,

devido algumas dificuldades encontradas para sua utilização prática em grande escala.

Pastagens - a semeadura de soja sobre pastagem dessecada vem destacando-se como interessante forma de adoção do SPD. Essa tecnologia consiste na implementação da integração entre lavoura e pastagem, num sistema de elevada produtividade. Já existem alguns resultados de pesquisa disponíveis e experiências com sucesso de produtores na região. Esse sistema é recomendado para áreas de pastagem não degradada, com elevada condição de suporte de animais e fertilidade do solo compatível com o cultivo de soja.

Centro-norte de Mato Grosso do Sul, Chapadões (MS e MT) e sul de Mato Grosso

Em função das condições climáticas dessas regiões, a semeadura de espécies para produção de palha fica muito limitada, sendo viáveis as semeaduras realizadas após a colheita das culturas de verão, soja ou milho, aproveitando a umidade residual devido às últimas chuvas do verão. Tais semeaduras são chamadas de «safrinha», e as espécies possíveis de serem cultivadas são: milheto, sorgo, milho, girassol, nabo forrageiro e guandu.

Eventualmente, com a ocorrência de chuvas antecipadas, no final de setembro, parte da área poderá ser semeada com milheto, o qual deve ser dessecado antes da semeadura da soja subsequente.

Médio-norte, centro-leste de Mato Grosso

Resultados disponíveis para a região de Lucas do Rio Verde recomendam a semeadura de milheto, sorgo ou milho imediatamente após a colheita da soja, cuja cultivar deve ser, preferencialmente, precoce, de modo a permitir um bom estabelecimento, com as últimas chuvas do período.

Para as demais regiões não estão disponíveis resultados experimentais; contudo, o cultivo de milheto e sorgo ocupam grandes áreas, com aparente sucesso. Além disso, o algodão e o arroz poderão compor sistemas de rotação de culturas em diferentes regiões, tais como a de Campo Novo do Parecis, MT.

2.2.5.2. Manejo da cobertura do solo

O manejo da cobertura do solo pode ser mecânico ou químico, e tem por objetivos matar as plantas e manter os restos culturais sobre a superfície

do solo, formando a camada de palha protetora, permitindo o adequado funcionamento do SPD. As diferentes espécies recomendadas apresentam particularidades de manejo, que devem ser conhecidas e utilizadas de forma a obter-se os melhores resultados quanto à cobertura do solo, controle de ervas, reciclagem de nutrientes e facilidade de semeadura da soja (desempenho de semeadoras). A cultura da aveia normalmente não é manejada durante seu crescimento, podendo-se realizar a colheita das sementes após o final do ciclo. O nabo forrageiro deve ser manejado na fase final de floração ou quando apresentar a formação das primeiras sementes. Essa cultura apresenta elevada taxa de decomposição (relação C:N baixa); assim, as formas de manejo que fragmentam mais a massa verde proporcionam maior contato desta com o solo e uma decomposição mais rápida. Neste caso, embora a cobertura do solo venha a ser menos duradoura, a disponibilização dos nutrientes reciclados se dará antecipadamente. O manejo químico poderá ser efetuado com os herbicidas 2,4-D na dose de $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ ou diquat na dose $2,0 \text{ l ha}^{-1}$. O milheto, quando semeado na primavera, antecedendo a soja, deverá ser manejado quimicamente com herbicida glyphosate (720 g i.a./ha) ou paraquat ($400 \text{ g i.a./ha} + 0,2\%$ de espalhante adesivo); havendo rebrota, pode-se repetir a aplicação, se realmente for necessária. A aplicação deverá ter início quando a cultura apresentar cerca de 5% das plantas com panícula, sendo este um limite seguro para que não haja formação de sementes e a conseqüente infestação da área.

O manejo químico das pastagens para plantio direto de soja deve ser efetuado quando a forrageira ainda apresentar razoável desenvolvimento vegetativo. No caso das braquiárias *decumbens* e *brizanta*, utilizar glyphosate na dose de 1.260 g i.a./ha , à cerca de 20 dias antes da semeadura. Pode-se também utilizar uma combinação de glyphosate (recomendação iguais à já citada) com aplicação seqüencial de Paraquat + diuron ($300 + 150 \text{ g i.a./ha}$), logo após a semeadura da soja. O uso do herbicida sulfosate na dose de 1.200 g i.a./ha também apresenta boa eficiência. O controle das plantas daninhas de folha estreita, oriundas de sementes, deverá ser efetuado com produto graminicida pós-emergente.

2.2.6. Sucessão e rotação de culturas

A escolha das espécies para compor um programa de rotação de culturas deve levar em conta, entre outros fatores, o seu objetivo. Para cobertura do solo e/ou suprimento inicial de palha, deve-se optar por espécies e cultivares que produzam quantidades elevadas de matéria seca e que permitam manejo que retarde a decomposição. Considerar, também, o

custo das sementes, o possível retorno financeiro na comercialização dos grãos e os possíveis efeitos na cultura subsequente (devido, por exemplo, à reciclagem). Se o objetivo for minimizar a ocorrência de doenças, deve ser considerado o tipo do patógeno. Se necrotrófico (caso de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis* - agente causal do “cancro da haste da soja”) não deverá existir palha residual de cultura suscetível, quando da semeadura da soja. No caso de visar o controle de pragas, devem ser considerados, entre outros aspectos, o ciclo e os hábitos do inseto e o sistema de culturas implantado.

Algumas sucessões já foram identificadas pela pesquisa e certos detalhes são conhecidos, por exemplo:

Aveia - Milheto - Soja (seqüência boa para produção de palha e com ótimos efeitos sobre os rendimentos da soja);

Soja - Milheto - Soja (boa para produção de palha, com razoáveis efeitos sobre os rendimentos de soja devido à reciclagem de nutrientes);

Aveia - Soja - Nabo forrageiro - Milho (para se obter bons rendimentos de soja e milho devido aos excelentes efeitos na reciclagem de nutrientes K e N para o milho, sendo também boa opção para formação de cobertura morta);

Aveia - Soja - Trigo (maiores rendimentos de soja e de trigo);

Soja (2/3) e Milho (1/3) (boa para controle de doenças na soja, ótimos rendimentos de milho);

Nabo forrageiro - Milho - Aveia-preta - Soja - Trigo - Soja (sistema de rotação de culturas com melhores resultados ambientais obtidos na região centro-sul de Mato Grosso do Sul (ver Fig. 4 e subitem 2.2.3)

2.3. Referências bibliográficas

ALMEIDA, F. S. de; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas:** contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 468p.

ARF, O. **Efeito da adubação verde e rotação de culturas no desenvolvimento e produção das culturas de milho, feijão, trigo e arroz irrigado por aspersão:** relatório de atividades. Ilha Solteira: UNESP-Campus de Ilha Solteira/FEIS. 1995. 53p.

BENATTI JÚNIOR, R.; FRANÇA, G.V. de; MOREIRA, C.A. **Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 68p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** Piracicaba: Livroceres, 1985. 368p.

BERTONI, J.; PASTANA, F.I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônômico.** Campinas: IAC, 1972. 56p. (IAC. Circular, 20).

- CALEGARI, A.; FERROO, M.; GRZESIUSK, F.; JUNIOR, L.J. Efeitos do manejo e da rotação de culturas nas características físicas do solo e no rendimento dos cultivos. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo, RS. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.130-135. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 14)
- CASTRO, O.M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41p. (Fundação Cargill. Série Técnica, 3).
- CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M.J. Conservação do solo. In: IAPAR (Londrina, PR). **O milho no Paraná**. Londrina: 1982. p.73-82. (IAPAR. Circular, 29).
- COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B. Incidência de podridão parda da haste de soja em diferentes sistemas de rotação de culturas. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo, RS. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.111-113. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 14)
- DILLENBURG, F. F.; FONTIN, G.; PAUL, V. R. B.; GAUDÊNCIO, C. Efeitos de diferentes culturas e adubações verdes na compactação do solo. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo, RS. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.176-180. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 14)
- FARIA, R.T. de. Cultivos associados milho e feijoeiro. In: IAPAR (Londrina, PR). **Manual agropecuário para o Paraná 1978**. Londrina: 1978. p.259-262.
- FONTES, L.A.; GALVÃO, J.D.; COUTO, W.S. Estudo de sistemas culturas milho-feijão no município de Viçosa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.23, n.130, p.484-96, 1976.

- HERNANI, L.C. **Manejo e conservação de recursos naturais da Região Oeste do Brasil**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 67p.
(Programa 01. Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação. Projeto 01.0.94.551). Relatório final.
- HERNANI, L.C. Manejo e conservação de solos. In: EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (MS). **Milho**: informações técnicas. Dourados: 1991. p.35-58.
(EMBRAPA-UEPAE Dourados. Circular Técnica, 20).
- HERNANI, L.C. Sistemas de manejo e perdas por erosão de um Latossolo Roxo distrófico argiloso sob chuva natural. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 7., 1991, Curitiba, PR. **Resultados de pesquisa com trigo - 1990**. Dourados: EMBRAPA-UEPAE Dourados, 1991. p.66-73.
(EMBRAPA-UEPAE Dourados. Documentos, 47).
- KANTHACK, R.A.D.; MASCARENHAS, H.A.A.; CASTRO, O.M. de, TANAKA, R.T. Nitrogênio aplicado em cobertura no milho após tremoço. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.99-104, 1991.
- LEPSCH, I.F., coord. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCE, 1983. 175p.
- LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; GALETI, P.A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I.F.; OLIVEIRA, J.B. de. Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1988, Campinas, SP. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.99-124.
- LOPES, L.H. de O.; NASPOLINI FILHO, V.; QUEIROZ, M.A. de. Avaliação preliminar do consórcio milho x feijão-macassar em área de baixa precipitação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12., 1978, Goiânia, GO. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DID, 1979. p.149.
- MANTOVANI, E.C. Máquinas e implementos agrícolas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Milho**: máquinas e implementos agrícolas, sistemas de preparo do solo e compactação do solo. Sete Lagoas: 1987. p.1-16.

- MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. de; BULISANI, E. A.; POMMER, C.V.; SAWAZAKI, E.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A. **Efeito do nitrogênio residual de soja na produção do milho.** Campinas: IAC, 1983. 24p. (IAC. Boletim Técnico, 58).
- MYISAKA, S.; CAMARGO, O.A. de; CAVALERI, P.A.; GODOY, I.J. de; WERNER, J.C.; CURY, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVellini, G. da S. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 138p.
- NOEL, G.R.; EDWARDS, D.I. Population development of *Heterodera glycines* and soybean yield in soybean-maize rotations following introduction into a noninfested field. **Journal of Nematology**, Hannover, v.28, n.3, p.335-342, 1996.
- ROTH, C.H.; VIEIRA, M.J.; DERPSCH, R.; MEYER, B.; FREDE, H.G. Infiltrability of an Oxisol in Paraná, Brazil, as influenced by different crop rotations. **Zeitschrift fuer Acker und Pflanzenbau**, Berlim, v.159, p.186-191, 1987.
- SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. Milho em sucessão a culturas de inverno, no sistema de plantio direto, em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia, SP. **Solo suelo 96.** Campinas: SBCS/Software Gráfico/Bicca Produções, [1996?]. 6 par. CD-ROM. Seção trabalhos.
- SALTON, J.C.; PITOL, C.; HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C. **Espécies vegetais, sistemas de produção e cobertura do solo.** Dourados: EMBRAPA-UEPAE Dourados, 1988. 21p. (Programa 04.3. Manejo e Conservação de Solos. Projeto 04.3.87.0054). Projeto em andamento.
- SOBRAL FILHO, R.M.; MADEIRA NETTO, J. da S.; FREITAS, P.L. de; SOUSA, R.L.P. de. **Práticas de conservação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1980. 88p. (EMBRAPA-SNLCS. Série Miscelânea, 3).
- VIEGAS, G.P.; MACHADO, D.A. **Rotação de culturas.** São Paulo: Sementes Cargill, 1990. 28p.

VIEGAS, G.P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: PATERNIANI, E.;
 VIEGAS, G.P., ed. **Melhoramento e produção de milho.** 2.ed.
 Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.453-540.