

Alternativas

Pesquisas certificam espécies para rotação de culturas

Antonio Luiz Fancelli*

A intensiva exploração das áreas agrícolas de forma abusiva e sem critérios definidos, aliada à ausência de preocupação conservacionista, tem resultado na exaustão gradativa dos recursos naturais, especialmente do solo e da água, bem como vem contribuindo para a poluição de mananciais hídricos e para o assoreamento de rios e lagos. Além disso, tem reduzido a biodiversidade dos diferentes ecossistemas. Em nosso país, grande parte das áreas agrícolas é

preparada com arado e grade, cujo porte e frequência de uso são cada vez maiores, o que ocasiona acentuada deterioração dos atributos químico, físico e biológico do solo. Essa deterioração pode ser representada por:

- predominância de extensas áreas em monocultivo, com procedimentos de manejo padronizados;
- utilização indiscriminada de defensivos;
- desrespeito à capacidade de uso da terra e de sua aptidão agrícola;
- correção e fertilização do solo de maneira simplista e desequilibrada;
- ritmo acelerado das operações de preparo do solo e de semeadura;
- desrespeito à umidade correta para o preparo do solo;
- despreocupação contínua em relação à necessidade de manutenção de resíduos na superfície do terreno;
- ausência do emprego de rotação de culturas.



FOTO: IBELLI NETO

Plantio de soja em palhada de cana-de-açúcar

Assim, diante desses fatos, torna-se premente o estabelecimento e o emprego de alternativas de manejo racionais e adequadas às condições de ambiente tropical e subtropical. Portanto, nesse contexto, o Sistema de Plantio Direto (SPD), ou semeadura direta, desponta como alternativa de destaque, por se constituir em um sistema de produção conservacionista por excelência e por apresentar significativo grau de sustentabilidade. O SPD constitui-se em um sistema de implantação de culturas fundamentado no revolvimento mínimo do solo, protegido por cobertura morta (resíduos) proveniente de restos de cultura, plantas daninhas ou de espécies cultivadas para tal fim, pelo uso de máquinas especializadas (Fancelli, 2000).

Todavia, todas as vantagens inerentes ao referido sistema dependem da observância de um conjunto de requisitos básicos e da adoção de procedimentos racionais e ordenados, que, quando devidamente contemplados, podem contribuir para o incremento significativo da rentabilidade e da sustentabilidade do processo produtivo e do ambiente. Entre os requisitos básicos mencionados para o sucesso do SPD, ressalta-se a necessidade do uso efetivo de rotação de culturas e da produção (e manutenção) de resíduos vegetais, em qualidade e abundância, com a finalidade de minimizar a erosão, maximizar a conservação de água no sistema, reduzir o gradiente de temperatura, atenuar a ação de insetos-praga e patógenos e manter o potencial biótico do solo.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas consiste na alternância de espécies ou culturas em um mesmo terreno, mediante sequência racional e não arbitrária, de forma a assegurar ou restabelecer o equilíbrio biológico e a produtividade do sistema depauperado pelo monocultivo, bem como possibilitar o aproveitamento dos efeitos de complementaridade entre as

plantas envolvidas no sistema (Fancelli, 1987). O conceito de rotação de culturas não implica no emprego de determinado número de espécies, tampouco em um número de anos relativos à repetição de uma dada espécie. Um sistema adequado de rotação de culturas está relacionado à possibilidade de repetição de uma espécie somente quando seus restos culturais não mais estiverem presentes no local considerado. Os princípios básicos que determinam a eficiência e o sucesso da rotação de culturas são:

- alternância de espécies vegetais apresentando exigências nutricionais distintas;
- alternância de espécies vegetais que apresentem diferentes sistemas radiculares, quanto à arquitetura, distribuição e profundidade de exploração do solo;
- alternância de espécies que não apresentem suscetibilidade a patógenos e a insetos-praga comuns;
- uso de uma ou mais espécies com elevada capacidade de produção de resíduos, preferencialmente com alto valor da relação carbono/nitrogênio (C/N).

O uso efetivo e adequado de rotação de culturas, além de assegurar a viabilidade técnica do SPD, principalmente pela redução da população de patógenos necrotróficos específicos e de insetos-praga residentes, poderá também evidenciar outros benefícios, como preservação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo; manutenção da fertilidade; redução de plantas daninhas; otimização do uso de máquinas e de mão de obra; diversificação biológica do sistema e contribuição para o incremento da produtividade das culturas.

A rotação de culturas poderá ser composta por espécies comerciais e por espécies de cobertura (adubos verdes), com o objetivo de proporcionar a manifestação das vantagens relacionadas ao emprego dessa prática agrícola e também

de contribuir para a estabilidade do sistema. A escolha ou eleição das espécies componentes do programa de rotação deverá ser fundamentada na época de semeadura, nas condições climáticas da região, na finalidade da produção e na disponibilidade de sementes. As espécies comerciais e de cobertura que poderão compor o sistema de rotação de culturas, bem como as restrições e a complementaridade entre os diferentes tipos de plantas associadas, podem ser observadas na Tabela I.

PARADIGMAS

Por muito tempo, a prática da adubação verde ou do emprego de espécies melhoradoras de solo foi empregada apenas como sinônimo de incorporação de nitrogênio (N) ao sistema (50 a 80 kg/ha) e, sobretudo, com o uso exclusivo de leguminosas (fabáceas) para tal fim. Nos dias atuais, com base em inúmeros estudos, recomenda-se o uso de gramíneas (poáceas), tais como milheto, aveias (preta e branca), centeio e, principalmente, braquiárias quando se objetiva a melhoria da estruturação do solo, a adição de matéria orgânica ou a supressão de alguns patógenos e nematoides. E, nesse caso, cumpre salientar que, mesmo com o uso de gramíneas, pode-se evidenciar o aporte de N ao sistema, de até 45 kg/ha, em função da presença de fixadores livres na rizosfera dessas espécies, com ênfase para as bactérias do gênero *Azospirillum*.

Além disso, a condução adequada de braquiárias, em condições tropicais, e de centeio, em ambientes mais amenos, poderá ampliar significativamente a taxa de aeração do solo e a estabilidade de agregados, fato que favorecerá o enraizamento e o desempenho das culturas subsequentes. Da mesma forma, o uso de leguminosas, além do tradicional aporte de N, também poderá proporcionar o aumento de fósforo (P), graças à capacidade de determinadas espécies em solubilizar o elemento indisponível para a maioria

TABELA 1 | RECOMENDAÇÕES PARA A COMPOSIÇÃO DE PROGRAMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS PARA SOJA, MILHO, TRIGO E FEIJÃO, EM SPD*

Espécies com restrição para anteceder a cultura principal	Espécie antecessora recomendável	Espécie principal	Espécie sucessora recomendável	Espécie com restrição para suceder a cultura principal
Feijão; girassol; tremoços; guandu; mucuna-preta ou lab-lab	Milho; trigo; cevada; aveia preta; aveia branca; centeio; arroz; nabo forrageiro (com restrições); girassol; milho + mucuna-preta; milho + braquiária; aveia preta + nabo forrageiro	Soja	Milho; trigo; cevada; aveia preta; aveia branca ou sorgo	Girassol; tremoços e feijão
Aveia preta; aveia branca ou sorgo	Soja; guandu; mucunas; crotalárias; lab-lab; ervilhaca; nabo forrageiro (com restrições); girassol; chícharo; milheto + lab-lab; milheto + nabo forrageiro ou milheto + guandu	Milho	Soja; trigo; cevada; aveia branca ou adubos verdes para sementes	Girassol ou tremoços
Cevada; aveia preta; aveia branca ou sorgo	Soja; mucunas; crotalárias; lab-lab; ervilhaca; nabo forrageiro (com restrições); chícharo; tremoços	Trigo	Soja; cevada; aveia branca ou adubos verdes para sementes	Milho
Soja; guandu; tremoços; nabo forrageiro; lab-lab; girassol; ervilhaca ou mucunas	Milho; milheto; cevada; aveia preta; aveia branca; nabo forrageiro (com restrições); girassol; milho + mucuna-preta; milho + braquiária; aveia preta + nabo forrageiro	feijão	Soja; trigo; cevada; aveia branca; arroz ou adubos verdes e milheto para sementes	Girassol; tremoços; soja ou nabo forrageiro

* Em glebas que apresentam nematoides de galha, utilizar, preferencialmente, espécies de crotalárias como cultura antecessora; o produtor deve tomar cuidado com o cultivo indiscriminado de nabo forrageiro e girassol, pois podem contribuir significativamente para o aumento de *Sclerotinia sp.*; a presença de nematoide migrador (*Pratylenchus brachyurus*) exige o emprego de *Crotalaria spectabilis*, sobretudo quando antecede a lavoura de soja. Fonte: Fancelli, 2008

das plantas cultivadas, bem como pela facilidade de estabelecer associação com fungos micorrízicos, tal como ocorre com o guandu, a leucena e algumas crotalárias (Fancelli, 2000).

Adubos verdes ou espécies de cobertura poderão ser cultivados em sistema singular (solteiro), após a colheita da cultura principal ou associado à cultura de interesse comercial, conforme ocorre no consórcio milho-braquiária, em que a braquiária é semeada concomitante ou após a emissão da terceira folha do milho, resultando em benefícios significativos ao processo produtivo do referido cereal e da espécie sucessora. Modalidade semelhante também pode ser evidenciada no Paraná, onde é utilizado o consórcio milho-guandu-anão, antecedendo as lavouras de trigo. Com relação ao cultivo exclusivo de adubos verdes, recomenda-se, preferencialmente, a associação de duas ou mais espécies, no mesmo local, em detrimento do cultivo individuali-

TABELA 2 | PRODUÇÃO DE FITOMASSA VEGETAL E PERMANÊNCIA DOS RESÍDUOS NA SUPERFÍCIE DO SOLO; PASSO FUNDO, RS*

ESPÉCIE	MASSA SECA (PALHA - KG/HA)	PERMANÊNCIA DOS RESÍDUOS (%)		
		60 DAS	120 DAS	180 DAS
Aveia preta	8.231a	51b	42e	36de
Aveia branca	7.400b	52fg	39e	34e
Centeio	4.062e	74b	73 ^a	61a
Azevém	4.007e	40g	31f	21g
Cevada	3.239f	59de	51d	41c
Triticale	3.025f	61cde	50d	40cd
Trigo	2.965f	66c	59c	58a

*Aos 60, 120 e 180 dias após a semeadura (DAS) da soja. Fonte: Roman, 1990

TABELA 3 | REDUÇÃO DA MASSA SECA DE DIFERENTES COBERTURAS VERDES DE PRIMAVERA/VERÃO

Espécie	Redução da massa seca (%) 73 dias após o manejo
Milheto	44,44
Guandu-anão	49,36
Guandu-indiano	49,36
<i>Crotalaria paulina</i>	50,41
Capim moha (<i>Setaria italica</i>)	53,24
<i>Crotalaria juncea</i>	53,51
<i>Crotalaria spectabilis</i>	60,21
Feijão-bravo do Ceará	64,49

Fonte: Pelá et al., 1999


zado. Isso porque essa associação contribuirá para o incremento da eficácia da proteção do solo, para a redução da população de plantas daninhas e também para a produção de resíduos de melhor qualidade.

A associação de espécies de cobertura também favorecerá o aumento da população de organismos antagonistas (benéficos) e maior acúmulo de carbono (C) no perfil do solo. Todavia, a manifestação dos resultados mencionados será dependente da escolha criteriosa das espécies envolvidas no sistema e da proporção de sementes utilizada. As associações mais apropriadas para a cultura de grãos, entre outras, são: aveia preta + nabo forrageiro; milho + lab-lab; milho + crotalárias; braquiária + guandu; aveia preta + tremoço; aveia preta + ervilhaca; centeio + ervilhaca; centeio + tremoço-branco ou tremoço-azul; milho + lab-lab + nabo forrageiro; aveias + nabo forrageiro + girassol.

PRODUTIVIDADE E LUCRATIVIDADE

São inúmeros os exemplos de aumento de produtividade e de redução do custo

de produção atribuídos ao uso de adubos verdes e de espécies de cobertura em programas de rotação de culturas no SPD. No caso da cultura de milho, resultados de pesquisas evidenciaram ganhos de produtividade da ordem de 8 a 15% e a possibilidade de redução do uso de 40 a 80 kg/ha de N, quando foram utilizados lab-lab, tremoço-branco e *Crotalaria juncea*, na entressafra da cultura. Da mesma forma, o uso de milho e braquiárias, como espécies antecessoras à lavoura de feijão, tem proporcionado melhor desempenho da referida leguminosa, em razão da supressão de algumas espécies de plantas daninhas, sobretudo da trapoeraba, e pelo maior desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro, ampliando sua tolerância a períodos curtos de estiagem. No caso específico da braquiária, sua utilização como cobertura morta, em SPD, tem contribuído para a redução considerável da população de *Fusarium* e de nematoides de galha (*Meloidogyne* sp.), além de minimizar a ocorrência de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Para a soja, a utilização de aveia preta, centeio e/ou *Crotalaria juncea* proporciona ganhos de produtividade

significativos, além de reduzir a incidência de doenças de final de ciclo. 

* **Antonio Luiz Fancelli** é docente do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ (fancelli@esalq.usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no Sistema Plantio Direto. In: FANCELLI, A. L. Milho: *Nutrição e adubação*. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2008, p. 142-163.
- FANCELLI, A. L. *Plantio Direto no estado de São Paulo*. Piracicaba: Departamento de Agricultura/ESALQ/USP, 1985.
- FANCELLI, A. L. *Plantio Direto*. Piracicaba: Departamento de Agricultura/ESALQ/USP, 1987.
- FANCELLI, A. L. Manejo do solo em Plantio Direto. In: GRUPO PLANTIO DIRETO. *Guia para o Plantio Direto*. São Paulo, 2000, p. 16-30.
- PELÁ, A.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A. de M.; SILVA, C. J. da; ZUCARELLI, C.; DECARLI, L. D.; MATTER U. F. Avaliação da resistência a decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 53, 1999.
- ROMAN, E. R. Effect of cover on the new development of weeds. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS. Conservation Tillage for subtropical area. Passo Fundo, CIDA-Embrapa-CNPT, 1990. p. 258-262.