

151

Circular Técnica

Brasília, DF
Maio, 2016

Autores

**Raphael Augusto de
Castro e Melo**

Engenheiro Agrônomo,
M.Sc. em Produção
Vegetal, pesquisador
da Embrapa Hortaliças,
Brasília, DF.

Nuno Rodrigo Madeira

Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitotecnia,
pesquisador da Embrapa
Hortaliças, Brasília, DF.

**Carlos Eduardo Pacheco
Lima**

Engenheiro Ambiental,
D.Sc. em Solos e
Nutrição de Plantas,
pesquisador da Embrapa
Hortaliças, Brasília, DF.

Produção de brássicas em Sistema Plantio Direto

Foto: Nuno Rodrigo Madeira



Introdução

As brássicas constituem a numerosa família Brassicaceae (Cruciferae), de plantas cosmopolitas com relevante importância socioeconômica e fundamentais para saúde e alimentação humana.

No Brasil, das espécies cultivadas como hortaliças, destacam-se:

- Brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*);
- Couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*);
- Couve de folhas (*Brassica oleracea* var. *acephala*);
- Repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*).

Também são cultivadas, porém com menor expressividade, a couve-chinesa (*Brassica rapa* var. *pekinensis*), por vezes conhecida como acelga, a rúcula (*Eruca sativa*), o rabanete (*Raphanus sativus*), o agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), a mostarda (*Brassica juncea*), o nabo (*Brassica napus*), o chingensai ou pak-choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) uma couve-chinesa de morfologia distinta e menor tamanho e a couve-de-bruxelas (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*).

Com concentração da área plantada em regiões serranas com relevo declivoso e, considerando que essas regiões apresentam, em geral, sistemas produtivos baseados no uso intensivo de solo e água, vem se observando conseqüente aumento da erosão hídrica, desequilíbrios nutricionais, problemas fitossanitários e elevação dos custos de produção de brássicas.

Para atenuar esses problemas oriundos das condições mencionadas, o Sistema Plantio Direto (SPD) apresenta-se como uma alternativa promissora.

O SPD pode ser definido como um sistema de manejo sustentável do solo e da água, com objetivo de aperfeiçoar a expressão do potencial genético das plantas cultivadas. Compreende um complexo integrado de processos fundamentado em três requisitos básicos: o revolvimento mínimo do solo, restrito às covas ou aos sulcos de plantio; a diversificação de espécies pela rotação de culturas; e a manutenção de resíduos vegetais com o uso de culturas específicas para formação de palhada na superfície do solo.

A adoção do SPD no Brasil tem evoluído rapidamente e já ocupa uma área superior a 30 milhões de hectares.

Habitual em áreas de produção de soja, milho, feijão irrigado, algodão, cana-de-açúcar, o SPD tem experiências crescentes em hortaliças como tomate, cebola, abóbora e folhosas, sendo denominado Sistema de Plantio Direto de Hortaliças - SPDH.

Sistema Plantio Direto de Hortaliças - Brássicas

Considerações gerais

O cultivo de brássicas em SPDH foi pesquisado já no fim da década de 70, pelo Professor Dr. Ron Morse, da Virginia Tech University nos Estados

Unidos. Seus esforços na solução de problemas, principalmente da erosão do solo, resultaram na adoção de métodos de cultivo em SPDH, tanto em manejo convencional como em manejo orgânico, por produtores de hortaliças em uma extensa área daquele país.

Os problemas de erosão enfrentados por esses agricultores já naquela década são comuns também a produtores das regiões serranas do Brasil (Figura 1).

Nessas regiões, a pressão de uso da terra aliada à ausência de planejamento das atividades produtivas contribui para o avanço da degradação ambiental.

Visando contornar esse cenário de dificuldades, vários estudos envolvendo o SPDH foram e estão sendo realizados em diferentes localidades, focados em espécies de brássicas diversas (Figura 2).

Quando comparado a sistemas convencionais de preparo e cultivo, o SPDH tem mostrado vantagens significativas em termos econômicos, sociais e ambientais. No que se refere ao manejo e conservação do solo, tem contribuído para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas.

Em hortaliças, a redução das perdas de solo é da ordem de 70% em relação ao plantio convencional, com a diminuição das taxas de perdas de água em até 90% e o incremento dos teores de matéria orgânica. Tais resultados, conduzidos em áreas com baixa declividade, evidenciam que a cobertura do terreno com palhada cumpre a função de proteger o

Fotos: Nuno Rodrigo Madeira

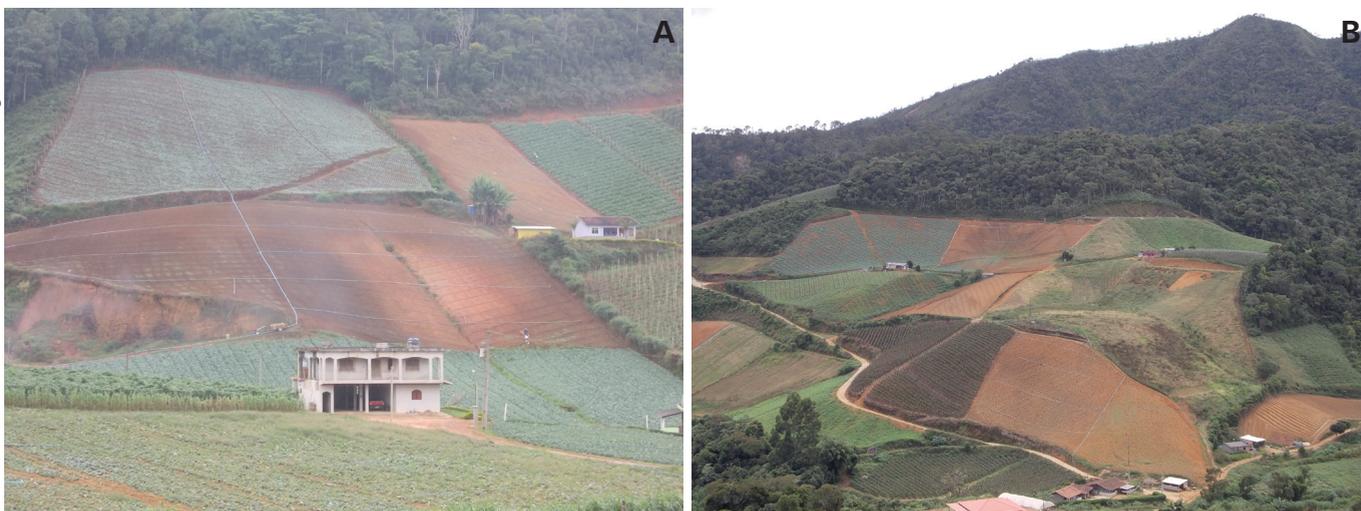


Figura 1. Plantios de brássicas em áreas erodidas na região serrana do Rio de Janeiro.



Fotos A, B e D: Nuno Rodrigo Madeira. Foto C: Raphael Augusto de Castro e Melo

Figura 2. SPDH no cultivo de couve-flor (A), repolho (B), brócolis (C) e couve-chinesa Chingunsai (D).

solo do impacto das chuvas erosivas, resultando na redução de perdas.

Embora existam relatos na literatura do funcionamento restrito no controle dos processos erosivos em áreas de produção com relevo declivoso, trabalhos recentes com a cultura do milho, têm mostrado a eficiência do uso da palhada na redução das perdas de solo e água em áreas de cultivo com relevo acentuado, tipicamente de agricultura familiar.

Adicionalmente, a cobertura de solo é o fator primordial para a economia de água, já que quantidades crescentes de palhada estão diretamente relacionadas a menores perdas, proporcionando às brássicas produtividade e aspectos de qualidade (tamanho e compacidade de cabeças) semelhantes ao cultivo convencional.

Apesar do reconhecimento do SPD como um avanço tecnológico no uso sustentável do solo e da água, é importante reconhecer que, para o desenvolvimento

do SPDH, muitos desafios permanecem e surgem da necessidade dos produtores adotantes.

Esses desafios, principalmente relacionados à implantação do sistema, merecem a concentração de esforços dos diferentes atores do setor produtivo para seu êxito efetivo, certamente trazendo benefícios para os agricultores e para a sociedade como um todo.

Estabelecimento do SPDH

Requisitos para o pré-estabelecimento

Pesquisas realizadas ao longo de anos evidenciam que o estabelecimento do sistema necessita de alguns pré-requisitos relacionados ao manejo e conservação do solo:

- A área de plantio deve estar nivelada, sem impedimentos às operações de plantio, cultivo e colheita;

- O solo não deve apresentar acidez elevada no horizonte superficial;
- Nutrientes com baixa mobilidade e necessidade de incorporação no solo, tal como o fósforo, devem ser corrigidos previamente;
- Não deve haver compactação do solo abaixo da camada arável (pé-de-grade). Caso exista, essa condição deve ser corrigida previamente;
- Devem-se selecionar as espécies para produção de palha e manutenção de cobertura adequada na superfície do terreno;
- Deve-se planejar um esquema de sucessão e rotação de culturas, visando à manutenção do SPDH.

Condições climáticas

Reconhecidamente de regiões de clima temperado, as brássicas são culturas sensíveis a temperaturas e precipitações elevadas, que ocasionam a ocorrência de problemas fitossanitários e desordens fisiológicas.

A couve-flor possui flexibilidade em termos de períodos de plantio, pela disponibilização de híbridos de meia estação e verão. Essa vantagem adaptativa pode ser atribuída à secular migração para regiões tropicais como a Índia e ao melhoramento para tolerância a temperaturas mais altas.

Comportamento inverso ocorre em híbridos de inverno, que requerem condições climáticas específicas para indução da formação de inflorescência, com temperaturas entre 14 °C e 17 °C. No Brasil, essas condições são encontradas, em sua maioria, nas regiões Sudeste e Sul, com exceções de locais de altitude acima de 800 m e em períodos chuvosos, onde as variações nas temperaturas são menores.

Conseqüentemente, híbridos de couve-flor para cultivo restrito em condições de inverno, de ciclo longo e com exigência de baixas temperaturas, deverão ser afetados em uma amplitude maior pelas mudanças climáticas, notadamente em regiões onde o cultivo nesse período é predominante, havendo inclusive a possibilidade de migração para locais que apresentem condições mais adequadas.

De maneira semelhante, os brócolis tipo inflorescência (cabeça) única, tem seu desempenho

e crescimento afetados quando as temperaturas médias excedem o limite da espécie, cerca de 30 °C, por períodos prolongados, principalmente no início da formação dos botões florais. Já o brócolis tipo ramoso suporta temperaturas mais altas, tolerando variações que extrapolam a faixa ideal, sem comprometer seu potencial produtivo, havendo produções comerciais em regiões de menor latitude, de clima chuvoso e quente, como no estado do Amazonas.

Para o repolho, quando as temperaturas diurnas e noturnas são uniformes, com valores entre 15 °C a 20 °C, melhor qualidade é obtida. Acima de 25 °C, o formato e a firmeza das “cabeças” são prejudicados. Durante períodos quentes e secos, os pecíolos das folhas alongam-se e seu aroma característico é atenuado.

As regiões brasileiras produtoras de brássicas devem ser impactadas, especialmente pelo aumento da temperatura média do ar, o que pode levar a perdas de produção e redução da qualidade do produto comercial. Além disso, é previsto o aumento da ocorrência de extremos climáticos, tais como chuvas intensas e concentradas em curtos períodos de tempo e o aumento da frequência e da intensidade de secas.

De tal modo, avaliando as condições mencionadas, o cultivo de brássicas irá requerer, sobretudo, a utilização de cultivares mais tolerantes ao calor. Alterações nos sistemas produtivos, de modo a melhorar o microclima de cultivo, com a redução da ocorrência de picos de temperatura elevada e manutenção de teores adequados de umidade do solo, também são desejáveis.

Nesse sentido, o SPDH, principalmente em meses de maior frequência de temperaturas elevadas e em verões chuvosos, pode ser uma ferramenta importante. A palhada acumulada sobre o solo possui efeito isolante, que ameniza os extremos de temperatura e proporciona a manutenção de um melhor microclima próximo à área coberta, especialmente na fase de desenvolvimento, expansão de folhas e início da formação das inflorescências (Figura 3).

Porém, devido à sua propriedade isolante, a palhada pode até mesmo atuar no outro extremo, isto é,



Figura 3. Temperatura do solo a 5 cm de profundidade em cultivo convencional (A), durante a fase de desenvolvimento e expansão de folhas, comparado ao SPD (B).

potencializando os danos causados por geadas em regiões mais frias, recomendando-se cuidados ao adotar o SPDH em áreas propensas à ocorrência.

Em meses de elevada precipitação no Centro-Sul do Brasil, em especial de novembro a março, a entrada de máquinas para operações de aração e gradagem se torna inviável ou pode provocar a compactação do solo. Com a possibilidade de aumento de chuvas intensas, num cenário de mudanças climáticas, essa situação pode se tornar mais frequente no

futuro, levando à intensificação de processos como perda de solo e água por escoamento superficial e inundação de terras cultiváveis.

Em solos compactados, após a chuva, são formadas poças de água por um tempo prolongado sobre a superfície do terreno (Figura 4), causando deformação no sistema radicular das plantas, efeito da diminuição da capacidade de infiltração da água no solo, com consequente aumento do volume de enxurradas e diminuição da produtividade das culturas.

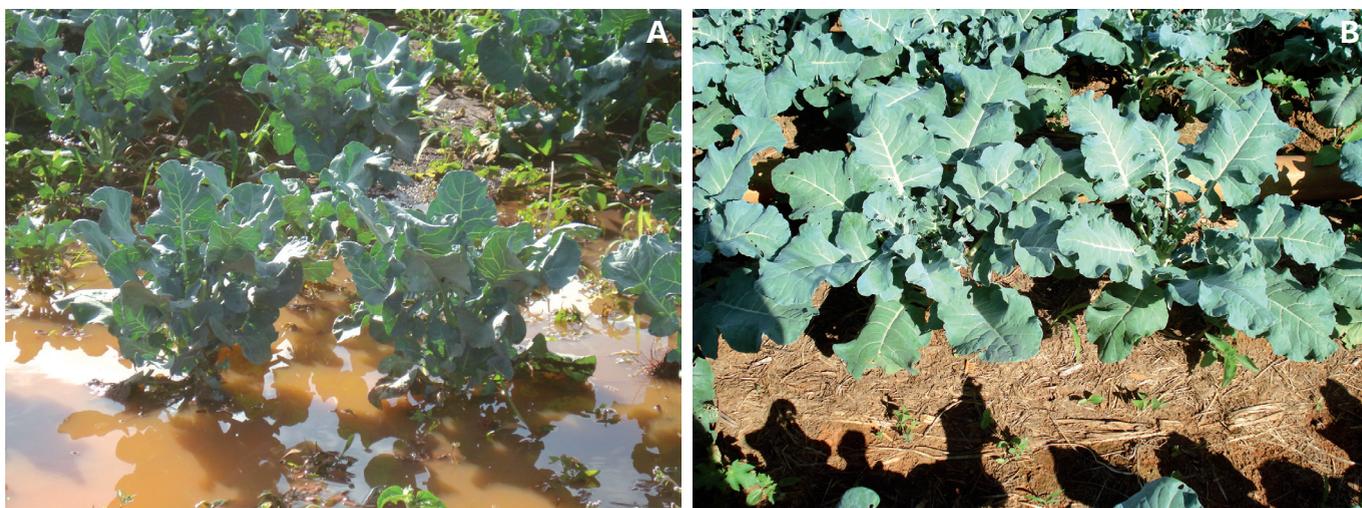


Figura 4. Acúmulo de água, após chuvas, sobre a superfície do solo em cultivo de brócolis convencional (A), em comparação ao SPDH (B).

A compactação pode ser mitigada pelo plantio de plantas de sistema radicular profundo e agressivo (vide tópico sobre plantas de cobertura e adubos verdes). Contudo, o SPDH isoladamente não é capaz de evitar esse efeito em solos com forte estado de compactação, sendo necessária a integração com outras práticas de manejo de solo.

Correção do solo e adubação

As brássicas possuem capacidade de extrair grandes quantidades de nutrientes do solo, respondendo com alta taxa de conversão num tempo relativamente curto, ou seja, de pequenas sementes pode-se colher mais de 50 toneladas de produto em cerca de três meses e meio, como no caso do repolho. Deste modo, para fornecer esses nutrientes em quantidades adequadas e equilibradas, é necessário conhecer a exigência nutricional de cada espécie. Apenas para o cultivo de brócolis foram gastos R\$ 46,9 milhões em 2012, fazendo-o figurar entre as dez espécies de hortaliças com maior consumo de fertilizantes no Brasil.

Com relação à correção do solo, o pH ótimo oscila entre 5,5 e 6,8 para as principais variedades botânicas, isto é, brócolis, repolho e couve-flor. Valores menores de pH aumentam as carências de micronutrientes como molibdênio, podendo ocasionar a diminuição do limbo das folhas, distúrbio conhecido como “folha chicote”, que não pode ser corrigido durante o desenvolvimento da planta até a colheita. Para o produtor só é viável corrigir e aumentar seus teores para sua próxima safra. Valores maiores de pH aumentam as carências de boro, que está relacionado ao aparecimento de um orifício no caule, distúrbio conhecido como “talo-oco” ou “caule-oco”.

Tanto a calagem quanto a adubação são fundamentais para sistemas que buscam altas produtividades, visando maximizar o diâmetro e a massa das inflorescências em brócolis e couve-flor e de cabeça em repolho.

No SPDH, a calagem deve ser feita previamente à implantação do sistema, incorporando o corretivo em toda a sua camada arável, nos 20 cm a 30 cm superficiais. Após essa correção inicial, análises de solo devem ser realizadas uma vez ao ano. Quando a saturação por bases for 10% inferior ao valor recomendado, normalmente 70%, deve-se

efetuar a correção com a distribuição de calcário uniformemente em cobertura.

De maneira geral, o processo de acidificação do solo no SPDH ocorre mais lentamente e de forma concentrada, principalmente na camada de 0 a 5 cm de profundidade, devido à mineralização dos restos culturais na superfície e à utilização de adubos nitrogenados. Quando comparado a sistemas convencionais de plantio, é comum a reaplicação de calcário mais frequentemente, porém em menores doses.

Para a adubação, de forma generalizada, são utilizadas as mesmas recomendações do sistema convencional, com pequenos ajustes.

Em ensaios com brássicas na Embrapa Hortaliças e em unidades de observação em áreas de produtores, tem-se observado a necessidade de aumento entre 20% e 50% das dosagens recomendadas de adubação nitrogenada quando se utiliza exclusivamente palhada de gramíneas como milho, braquiária, aveia ou trigo.

A antecipação da primeira adubação também se faz necessária quando se trabalha com palhada exclusivamente de gramíneas, devido ao sequestro do nitrogênio para decomposição da palhada pelos micro-organismos para, após algumas semanas, ser liberado novamente para solução do solo. Este fato causa deficiências na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Quando se trabalha com consórcio ou com cultivo solteiro de leguminosas, deve-se calcular o aporte de nitrogênio esperado, podendo-se reduzir os níveis a serem aplicados em relação aos convencionalmente recomendados na adubação de cobertura.

Em solos brasileiros, geralmente, o fósforo (P) encontra-se em concentração muito baixa na solução do solo. Contudo, em áreas de cultivo intensivo, principalmente de hortaliças, é comum observar-se considerável acúmulo desse nutriente devido a fertilizações constantes e ao manejo inadequado da fertilidade do solo.

No SPDH, como mencionado, é necessária uma correção prévia por meio de fosfatagem antes do seu estabelecimento, de acordo com a

recomendação regional, visando elevar ou constituir teores adequados.

Resultados relativos a dosagens de P_2O_5 que extrapolam a recomendação regional têm sido obtidos em solo com alto teor desse elemento, com cultivos de brócolis, couve-flor e repolho. Como exemplo, em couve-flor cultivada sob SPDH no Cerrado às respostas de adubação com doses variando de 200 a 500 kg ha⁻¹ de P_2O_5 foi positiva. A maior dosagem extrapola, por exemplo, a recomendada para os estados de MG, com 300 kg ha⁻¹ de P_2O_5 .

Contudo, mesmo com a observação desses resultados devem ser consideradas as respostas diferenciadas à adubação fosfatada para as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea*. Além disso, com o avanço dos anos de adoção do SPD em áreas de hortaliças, tem-se verificado a possibilidade de redução da adubação fosfatada, em torno de 30% a 50%, com a manutenção de níveis elevados de produtividade, especialmente quando se utiliza adubação localizada em substituição à adubação em área total, por vezes empregada em sistema convencional de preparo de solo.

Deste modo, há a necessidade de atualização das recomendações de adubação em virtude da utilização do SPDH, do teor dos elementos nos solos cultivados com hortaliças, especialmente fósforo, e da adoção de novos híbridos, notadamente os mais precoces.

Ao longo de vários anos de adoção do SPDH, quando o sistema estiver plenamente estabelecido e os níveis de fósforo e matéria orgânica forem considerados adequados, assim como se observa no cultivo de grãos, pode-se realizar sua adubação a lanço. Nessa fase, os pequenos canais formados pelas raízes das plantas de cobertura ou de adubos verdes, que são dessecadas ou trituradas, se encarregam de levar o fósforo às camadas mais profundas do solo.

Para o potássio (K), a presença de resíduos culturais na superfície do solo e a adubação com fósforo (P), contribuem para seu acúmulo nas camadas superficiais, de forma a ser absorvido pelas culturas. As dosagens recomendadas para o sistema convencional podem ser mantidas no SPDH.

A operação de adubação pode ser realizada de duas maneiras:

a) A lanço, em área total, anteriormente à abertura das covas ou sulcamento, com incorporação parcial dos fertilizantes pelo revolvimento localizado, considerando que essa prática pode reduzir a eficiência da adubação fosfatada;

b) Simultaneamente à abertura das linhas de plantio, pela utilização de plantadoras para SPD ou adaptadas, com mecanismos de distribuição de fertilizantes nos sulcos.

Produtores de couve-flor e brócolis em SPDH da região de Nova Friburgo-RJ adotam a abertura de covas imediatamente após o semeio da planta de cobertura ou adubo verde, como forma de manejo relacionado à adubação. A abertura antecipada facilita a aplicação de fertilizantes na base para plantio, além da orientação do espaçamento para formação do estande final de plantas.

As plantas de cobertura são semeadas a lanço, incorporadas superficialmente no momento da abertura das covas, crescendo por sobre a área, sendo posteriormente dessecadas ou roçadas, cobrindo o solo com palhada e permitindo a visualização do alinhamento ou marcação das covas onde devem ser transplantadas as mudas. Dessa maneira, o produtor não tem a necessidade de abrir espaço entre a palhada que cobre o solo.

Adverte-se que não é necessária a abertura de covas muito grandes no SPDH, a exemplo do que é feito no sistema convencional de plantio com preparo de solo, pois os fertilizantes podem ser aplicados de forma localizada. Ainda, no caso de áreas com elevados níveis de fósforo e demais nutrientes, pode-se utilizar apenas uma ferramenta como um marcador (como uma estaca pontiaguda), para a colocação de fertilizantes para adubação de base e transplântio das mudas.

Em áreas sob SPDH, o contínuo aporte de matéria orgânica pela adubação e uso de espécies para cobertura, as secreções radiculares liberadas, as renovações do sistema radicular e da parte aérea, que morrem naturalmente ou ao serem dessecadas e, ainda, os resíduos das colheitas, estimulam a atividade biológica do solo. Os produtos finais desta interação, em diferentes etapas da decomposição, funcionam como agentes de formação e estabilização dos agregados do solo. Esse aporte

contínuo e a degradação mais lenta pela não incorporação dos resíduos culturais permite, ainda, a redução da adubação orgânica.

O resultante deste processo no solo é a maior estabilidade da matéria orgânica, da atividade biológica e da capacidade de infiltração quando a superfície do terreno estiver coberta por palha, em função da estruturação e melhoria de sua qualidade ao longo da adoção do SPDH. Isso confirma ser desnecessário o preparo excessivo do solo para fornecimento de fertilizantes, a abertura de covas no intuito de segurar a água próxima ao coleto das plantas e a descompactação na região de crescimento das raízes.

Rotação e sucessão com plantas de cobertura ou adubos verdes

A escolha adequada da sucessão de culturas com a utilização de plantas de cobertura ou de adubos

verdes é fundamental para a formação de uma boa palhada, devendo se considerado um conjunto de fatores para a decisão de qual espécie eleger.

As plantas de cobertura ou adubos verdes devem ser vigorosas em seu crescimento e com sistema radicular profundo, que possa reciclar nutrientes em camadas não alcançadas pelas brássicas. Sendo o principal aspecto, a boa capacidade de formação de palhada para cobertura, proteção do solo e liberação de nutrientes.

No SPDH já foram avaliadas espécies de gramíneas, tais como: milho, sorgo, milheto, aveia; de leguminosas, tais como: crotalárias, mucuna-preta, guandu-anão, ervilhaca, entre outras. Além do consórcio de gramíneas com leguminosas (Ex: milho + mucuna-preta; milheto + crotalária; aveia + ervilhaca) agrupando duas, três ou mesmo um coquetel de espécies para que sejam obtidos diferentes benefícios (Figura 5).



Figura 5. Plantas de cobertura ou adubos verdes para SPDH: (A) milheto, (B) milho, (C) aveia-preta e (D) crotalária.

Entre os benefícios do uso de plantas de cobertura e adubos verdes estão:

- Produção de palhada com elevada relação carbono/nitrogênio (C/N), o que proporciona lenta degradação, protegendo o solo e melhorando sua qualidade;
- Fixação biológica de nitrogênio, com o cultivo de leguminosas como crotalárias, mucunas, soja, ervilhaca, entre outras, para posterior liberação para a cultura subsequente e a possibilidade da diminuição das doses de fertilizantes nitrogenados.
- Liberação de nutrientes para os cultivos posteriores, a exemplo do nabo forrageiro e outras espécies com baixa relação carbono/nitrogênio (C/N) que se decompõem de forma mais rápida.
- Supressão de doenças por meio da rotação, como, por exemplo, pelo plantio de trigo no inverno.
- Menor dispersão do inóculo nas áreas com ocorrência de doenças de solo;
- Redução da população de nematoides, como, por exemplo, com o uso de *Crotalaria spectabilis*.
- Descompactação biológica do solo a exemplo do guandu, nabo forrageiro, milho, entre outros.

A adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas tem, além da capacidade de promover o incremento dos teores de nitrogênio (N), também tem a função de melhorar a qualidade do solo, sobretudo pelo aumento dos teores de frações estáveis de carbono como as substâncias húmicas, consequentemente aumentando os teores de matéria orgânica do solo.

Adicionalmente, gramíneas como o milho, sorgo ou trigo, que tem grãos de valor comercial, podem ser plantados e colhidos, para posterior uso de seus resíduos no SPDH, ou serem exclusivamente utilizadas para produção de palhada, manejadas em pleno desenvolvimento vegetativo, o que varia de 45 a 80 dias, entre as diferentes espécies. O uso de sementes próprias, por exemplo, milho de paiol, também pode ser uma alternativa de menor custo para formação de palhada.

As crotalárias e mucunas, entre outras leguminosas, são normalmente manejadas na fase de pleno florescimento, antes da produção de sementes.

Contudo, a produção de sementes dessas espécies para adubação verde vem se tornando uma oportunidade, como uma alternativa econômica para produtores especializados, em função da crescente demanda. Nessa opção de manejo, deve-se ter o cuidado de realizar a colheita no momento adequado e de forma correta para que sementes não venham a competir com as culturas subsequentes.

O manejo da palhada das plantas de cobertura pode ser feito pela trituração, roçada ou acamamento sem a dessecação quando em sistemas orgânicos, enquanto que em sistemas convencionais, em que se utilizam herbicidas, é comum a aplicação de desseccantes com os princípios ativos paraquat e glifosato.

A crença de que o SPDH está necessariamente vinculado ao uso de herbicidas não é verdadeira. Da mesma forma que se realiza o controle de plantas daninhas, por meio de capinas, em sistemas convencionais ou orgânicos, que fazem revolvimento de solo, o mesmo controle é utilizado em SPDH, inclusive com redução do tempo gasto por não haver o estímulo do banco de sementes de plantas daninhas pelo revolvimento do solo e pela ação de barreira que a palhada proporciona.

Porém, em sistemas orgânicos, maior cuidado deve ser dado ao estabelecimento das plantas de cobertura, que devem ser semeadas em mais alta densidade e manejadas antes da maturação das sementes. Ainda, é importante que a área apresente baixa ocorrência de plantas daninhas problemáticas, como tiririca (*Cyperus rotundus* L.), grama-seda (*Cynodon dactylon* L.), losna (*Artemisia verlotorum* L.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.).

A dessecação por herbicida pode ser associada à roçada ou à trituração. Em alguns casos, especialmente com plantas de cobertura mais finas como milheto e aveia, pode-se efetuar somente a dessecação, com acamamento que ocorre naturalmente após a morte das plantas. Esse acamamento natural das plantas leva cerca de duas semanas, dependendo da espécie e das condições climáticas.

Para o manejo com trituração ou dessecação, podem ser utilizados implementos como triturador-desintegrador, roçadeira tratorizada ou manual, rolo-faca ou até a adaptação de troncos ou outros instrumentos para acamar as plantas (Figura 6).



Figura 6. Implementos para manejo de plantas de cobertura ou adubos verdes para SPD: (A) rolo-faca, (B) triturador/picador.

Manejo de insetos pragas e doenças

O manejo de doenças e pragas em brássicas sob SPDH se assemelha ao realizado em sistema convencional de cultivo. O diferencial do SPDH está na priorização da sanidade do sistema como um todo, enfatizando que em função do não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a presença de palhada na superfície, ocorrem alterações na dinâmica de problemas fitossanitários, além da expressão do potencial produtivo das culturas.

No manejo de pragas, os insetos sugadores de seiva (pulgões e mosca-branca) e as lagartas constituem os principais grupos de pragas das brássicas e são de infestação frequente nas condições de cultivo brasileiras.

A traça-da-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.), é considerada a praga mais importante entre elas, sendo responsável por severos danos e perdas em cultivos comerciais. Sua densidade populacional em SPDH de repolho é menor comparada ao cultivo convencional, pois se verifica uma alteração na entomofauna presente, em função do não revolvimento do solo.

A diversidade de inimigos naturais também é maior em SPDH, pois as técnicas preconizadas em seu manejo favorecem a ocorrência de maior número de inimigos naturais, quando em comparação ao cultivo convencional.

No SPDH, atenção especial deve ser dada a outras pragas como lagarta-rosca, cupins e besouros fitófagos, comumente conhecidos por corós. Em locais de alta infestação, percebe-se que a sucessão de culturas proporciona ambiente propício, com grande quantidade de palhada em algumas épocas e pouca palhada em determinados períodos do ano. Os corós são insetos geralmente benéficos ao solo por cavar galerias que permitem a infiltração de água e o crescimento das raízes, além de incorporar palhada. Porém esse desequilíbrio ao longo do ano pode elevar a população de corós, chegando ao nível de dano econômico. A rotação de culturas com espécies não preferenciais de sua alimentação ou não hospedeiras são em geral mais eficientes que o controle químico com inseticidas.

Para o manejo de doenças, especialmente de nematoides, observa-se menor número de juvenis e adultos no SPDH. Foi observado menor número de juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne* no plantio de brócolis e menor número de juvenis e adultos de *Pratylenchus brachyurus*, com a utilização de consórcio de milho e mucuna nas entrelinhas.

Há relatos de experimentos realizados nos EUA e Noruega de que a disseminação de alternária e hérnia das crucíferas, causadas por *Alternaria brassicicola* (Schwn.) Wilt, *A. brassicae* (Berk.) Sacc. e *Plasmiodiophora brassicae* (Wor.), é mais limitada no SPDH que no sistema convencional, porém em condições climáticas muito distintas

das brasileiras. A obtenção desses resultados foi atribuída à redução do contato das folhas com o solo, pela presença de cobertura de palhada, além da vegetação espontânea nas entrelinhas, limitando assim a infestação das plantas de repolho. Até o presente momento, não foram realizadas experimentações com doenças fúngicas de brássicas em áreas cultivadas sob SPDH no Brasil.

Em regiões serranas com SPDH, observa-se redução no escoamento superficial de água, do transporte de sedimentos e do volume de respingos do solo, com menor dispersão de esporos. Cabe citar que nesses locais o convívio com a hérnia das crucíferas tem sido possível pelo incremento do teor de matéria orgânica e da diversidade da comunidade microbiana, pelo não revolvimento do solo, que reduz a dispersão da doença.

No entanto, por serem observações, carecem de resultados de pesquisa para sua confirmação e validação, uma vez que doenças como a alternariose são favorecidas pela presença de restos culturais.

Assim, para que essas doenças sejam manejadas, visando bom desenvolvimento das brássicas, a escolha de espécies para a sucessão, a rotação de culturas e o aumento do conteúdo de matéria orgânica são primordiais.

O produtor, mesmo que trabalhe em escala comercial com plantios escalonados e restrição de áreas, deve evitar a repetição do cultivo de espécies de brássicáceas na mesma área por mais de dois anos seguidos, especialmente em local de elevada ocorrência das doenças mencionadas. Deve-se dar preferência a um esquema de rotação ou sucessão de culturas, visando à manutenção do esquema “hortaliça – planta de cobertura/adubo verde – hortaliça – planta de cobertura/ adubo verde”.

Outros tratamentos culturais

Assim como para a adubação e para o manejo fitossanitário, no SPDH outros tratamentos culturais se assemelham aos realizados no cultivo convencional, tais como o manejo de plantas daninhas e a irrigação.

O manejo de plantas daninhas no SPDH é favorecido pela presença de palhada na superfície,

demandando menor quantidade de capinas e menor custo para sua realização. Existem poucos resultados de pesquisa com controle de plantas daninhas em brássicas para esse sistema, no entanto observam-se médias de 75% de redução de plantas daninhas em área total. Mesmo com resultados promissores, mais estudos nesse sentido são necessários, haja vista a diversidade de plantas daninhas e suas interações fitossociológicas.

O cultivo de brássicas exige manejo específico de irrigação, pois as exigências hídricas são distintas, em função da menor evaporação no SPDH e menores perdas de água. A redução da necessidade de irrigação é mais expressiva nas fases iniciais do cultivo, com economia da ordem de 30%, e variando de 10% a 15% ao longo de todo o ciclo.

Por outro lado, quando as irrigações no SPDH são feitas de forma inadequada, adotando-se as mesmas frequências e quantidades de água recomendadas para o cultivo convencional, as produtividades poderão ser menores pela maior incidência de doenças e redução na eficiência do uso de água, em função do excesso.

Exemplos de desempenho produtivo de brássicas em SPDH

Diferentes espécies de brássicas vêm sendo avaliadas pela Embrapa Hortaliças para sistematizar o SPDH, com o uso de diferentes cultivares, combinações de plantas de cobertura/adubos verdes, níveis de adubação orgânica e química, determinação da eficiência de uso da água, entre outros fatores.

Como exemplos, apresenta-se em sequência o desempenho produtivo de repolho, couve-flor e brócolis, por serem as principais brássicas em importância econômica.

Observaram-se produtividades significativamente maiores na produção orgânica de brócolis sobre palhada de milho ($10.760 \text{ kg ha}^{-1}$) em relação à palhada de milho (8.700 kg ha^{-1}) com a cultivar Green Storm Bonanza. Para a cultivar Ramoso Piracicaba não houve diferença significativa de rendimento, comparando o uso dessas duas plantas de cobertura, com 6.600 kg.ha^{-1} e 7.530 kg.ha^{-1} (Figura 7).

Fotos: Nuno Rodrigo Madeira



Figura 7. Plantio Direto de brócolis de inflorescência única e ramoso em sistema orgânico.

Em couve-flor sob palhada de milho consorciado com crotalária, obtiveram-se médias de 888 g de peso de inflorescências e 25.387 kg ha⁻¹ de produtividade utilizando a cultivar Barcelona, mais

adaptada às condições climáticas locais, sendo superior à Teresópolis Precoce, que produziu 8.860 kg ha⁻¹ (Figura 8).



Figura 8. Plantio Direto de couve-flor.

A eficiência do uso da água na produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em SPDH proporcionou médias de 2,71 kg de

massa de 'cabeças' (75.275 kg ha⁻¹), com 22,4 cm de diâmetro e com apenas 1% de cabeças não comercializáveis (Figura 9).



Figura 9. Plantio Direto de repolho.

A produção de brócolis em SPDH sobre diferentes plantas de cobertura obteve produtividade de 13.200 kg ha⁻¹, peso médio de inflorescências

de 458 g, diâmetro médio de 15,3 cm e melhor qualidade visual das inflorescências com a cultivar Avenger (Figura 10).



Fotos: Raphael Augusto de Castro e Melo

Figura 10. Plantio Direto de brócolis de inflorescência única.

Considerações finais

O aprimoramento de sistemas sustentáveis de produção de hortaliças tanto do ponto de vista socioeconômico como ambiental é fundamental, sobretudo considerando a agricultura em clima tropical.

O SPDH se apresenta como uma alternativa promissora, devendo receber ajustes conforme condições locais, podendo ser desenvolvido nos mais diversos ambientes e realidades.

Para o cultivo de brássicas, as vantagens apresentadas mostram que a adoção do SPDH pode beneficiar a produção em múltiplos aspectos, cabendo aos técnicos e multiplicadores promover e aprimorar o sistema.

É premente a necessidade de continuar estudos com SPDH, de forma a fortalecer o conhecimento gerado e publicitar informações sobre seu desempenho.

Literatura recomendada

ALCÂNTARA, F. A. de; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 10 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 64).

ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. Barcarena: Presença, 2006. 360 p. v. 1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. 2012. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf>. Acesso em: 01 set. 2015.

BJÖRKMAN, T.; PEARSON, K. J. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, n. 318, p. 101-106, Jan. 1998.

- BRUNELLI, K. R.; GIORIA, R.; KOBORI, R. F. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças das brássicas no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. p. 145-160.
- CALDERANO FILHO, B.; BERING, S. B.; CALDERANO, S. B.; GUERRA, A. J. T. Avaliação da vulnerabilidade ambiental das terras da microbacia do córrego Fonseca, região Serrana do estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2014, Aracaju. Geotecnologias: inovações e desenvolvimento: anais. Aracaju: UFS, 2014. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112776/1/GeonordesteTrabalho-34-Braz-1.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.
- DIXON, G. R. **Vegetable brassicas and related crucifers**. Wallingford: CABI, 2007. 307 p. (Crop Production Science in Horticulture, 14).
- EKEBERG, E.; RILEY, H. C. F. Tillage intensity effects on soil properties and crop yields in a long-term trial on morainic loam soil in southeast Norway. **Soil And Tillage Research**, Amsterdam, v. 42, p. 277-293, 1997.
- FREITAS, P. L.; LANDERS, J. N. The transformation of agriculture in Brazil through development and adoption of zero tillage conservation agriculture. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 2, n.1, p. 35-46, Mar. 2014.
- FUZATTO, A. L. M.; LEITE, G. M. V; SANTOS, F. H. V.; MALUF, L.E.J.; SCHMIDT, P.A; CORRÊA, J. B. D.; MADEIRA, N. R. Avaliação da ocorrência de plantas daninhas nas culturas couve-flor e brócolos no sistema de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UFLA, 16.; SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPQ E DO PBIICT/ FAPEMIG, 2003, Lavras. **Resumos**. Lavras: UFLA, 2003.
- GOEDERT, W. J.; OLIVEIRA, C. S.; FREITAS, P. L de. **Manejo e conservação do solo e da água no plantio direto**. Brasília, DF: ABEAS: UnB, 2005. 56 p. il. (Curso de especialização por tutoria à distância em plantio direto, Módulo 5).
- GOMES, M. C.; VILLAS BÔAS, G. L.; MADEIRA, N. R. Flutuação populacional de traça-das-crucíferas em couve-flor em sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Entomologia: da academia à transferência de tecnologia**. Recife: UFRPE: SBE, 2006. CD-ROM. Resumo 1241-1.
- GUIMARAES, J. A.; SILVA, H. C. F. da; MOTTA, J. G.; MADEIRA, N. R.; MOURA, A. P. de Diversidade de inimigos naturais associados ao repolho em três sistemas de cultivo no Distrito Federal. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. **Faça bonito: use controle biológico: anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. CD-ROM.
- HAMMERSCHMIDT, I.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, V. R. **Cultivo de cebola em sistema de plantio direto**. Curitiba: Emater, 2013. 24 p.
- HOYT, G. D.; WALGENBACH, J. F. Pest evaluation in sustainable cabbage production systems. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 5, p. 1046-1048, Aug. 1995.
- LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R. Sistema de plantio direto em hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, Ano 2, n. 9, p. 12-13, jul. 2013.
- MADEIRA, N. R. Inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistemas de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S4024-S4032, ago. 2009. Suplemento. CD-ROM.
- MADEIRA, N. R.; MELO, R. A de C. e; MELO, P. E. de. Produção agroecológica de brócolos em sistema de plantio direto utilizando diferentes palhadas e doses de composto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, ago. 2007. S 72. Suplemento.
- MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S. de; SOUZA, R. F. de. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 4, p. 369-375, abr. 2010.
- MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: IAC, 2007. 36 p. (IAC. Boletim Técnico, 200).

MELO, R. A de C. e. **Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema plantio direto**. 2007. 56 f. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias).

MELO, R. A de C. e; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2010.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RODRIGUES, C. D. S.; PINHEIRO, J. B.; MOITA, A. W.; MADEIRA, N. R.; PEREIRA, R. B. Flutuação populacional de nematoides em hortaliças sob sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 46.; REUNIÃO BRASILEIRA DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2013, Ouro Preto. Expofito. [Anais...]. Ouro Preto: UFV, 2013.

ROSS, R.; MORSE, R. D. **No-till and organic techniques coming together out east**. Brookfield-WI, 2006. Disponível em: <<http://www.no-tillfarmer.com/articles/2808-no-till-and-organic-techniques-coming-together-out-east>>. Acesso em: 18 set. 2015.

SCHMIDT, P. A.; MALUF, L. E. J.; MADEIRA, N. R.; OKADA, A. T.; SANTOS, F. H. V.; LEITE, G. M. V.; CARVALHO, G. J. Aplicação de N em Plantio e em cobertura em cultivo mínimo de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 310-310, jul. 2003. Suplemento 2.

SILVA, A. L. P. Adubação fosfatada e potássica para brócolis e couve-flor em Latossolo com alto teor desses nutrientes. 2013. 32 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SILVA, G. S. Adubação fosfatada e potássica para repolho cultivado em Latossolo com teor alto dos nutrientes. 2012. 36 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SOUZA, R. F. **Frações da matéria orgânica e perdas de solo, água e nutrientes no cultivo de hortaliças sob sistemas de manejo**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

**Circular
Técnica, 151**

Embrapa Hortaliças

Endereço: Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis,
km 9, Caixa Postal 218, CEP 70.351-970,
Brasília-DF,

Fone: (61) 3385-9000

Fax: (61) 3556-5744

SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br/hortalicas

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição

1ª impressão (2016): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Ricardo Borges Pereira

Secretária: Gislaine Costa Neves

Membros: Miguel Michereff Filho, Milza Moreira Lana,
Marcos Brandão Braga, Valdir Lourenço
Júnior, Daniel Basílio Zandonadi,
Carlos Eduardo, Pacheco Lima, Mirtes
Freitas Lima

Expediente

Supervisor editorial: Caroline Pinheiro Reyes

Normalização bibliográfica: Antonia Veras

Editoração eletrônica: André L. Garcia