

CIRCULAR TÉCNICA

168

Brasília, DF  
Agosto, 2019

# Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

Nuno Rodrigo Madeira.  
Carlos Eduardo Pacheco Lima  
Raphael Augusto Castro e Melo  
Mariana Rodrigues Fontenelle  
Juscimar da Silva  
Miguel Michereff Filho  
Ítalo Moraes Rocha Guedes





# Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

## Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma solanácea amplamente difundida pelo mundo e que ocupa a terceira maior área plantada dentre as hortaliças cultivadas em território brasileiro. É uma hortaliça de grande importância socioeconômica e de excelente aceitação por parte do público consumidor. É reconhecidamente uma das hortaliças mais exigentes em fertilizantes, agrotóxicos, água e energia. Estima-se que os cultivos de tomate no Brasil ocupem atualmente área de aproximadamente 56 mil hectares, com produção superior a 3,5 milhões de toneladas e produtividade média de cerca de 62 t/ha.

No Brasil, têm-se dois segmentos principais na tomaticultura: 1) Tomate para processamento industrial, também dito tomate rasteiro, visto que o sistema de produção é geralmente mantido sem tutoramento, utilizando-se variedades com hábito de crescimento determinado; 2) Tomate para mesa, em geral utilizando-se tutoramento e variedades com hábito de crescimento

---

### **Nuno Rodrigo Madeira**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

### **Carlos Eduardo Pacheco Lima**

Engenheiro Ambiental, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

### **Raphael Augusto Castro e Melo**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

### **Mariana Rodrigues Fontenelle**

Bióloga, Doutora em Microbiologia Agrícola, Pesquisadora da Embrapa Hortaliças.

### **Juscimar da Silva**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

### **Miguel Michereff Filho**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

### **Ítalo Moraes Rocha Guedes**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Hortaliças.

indeterminado ou semideterminado, havendo ainda neste caso diferentes grupos (tipos Santa Cruz, Salada, Cereja e Italiano, por exemplo).

No segmento de tomate para processamento industrial, predominam grandes e médios agricultores, muitas vezes em sistema de integração com alguma processadora, elevada tecnificação e mecanização. Assim, verifica-se que a produção se localiza em áreas mecanizáveis, em especial do Brasil Central, com topografia pouco acidentada, com concentração de época de plantio entre março e julho, e colheita de junho a outubro, buscando escapar do período chuvoso e quente, havendo a necessidade de se estocar polpa concentrada para o abastecimento ao longo do ano.

No segmento de tomate para mesa, têm-se diferentes modelos produtivos, havendo grandes, médios, pequenos e micro produtores. Entretanto, mesmo no caso dos grandes produtores, pela grande exigência de operações manuais na condução e colheita, é comum a ocorrência do sistema de parceria com várias famílias. Numericamente, predomina a participação de pequenos e médios agricultores. Outro aspecto é que pela reduzida vida útil pós-colheita, observa-se produção o ano inteiro. Particularmente no verão, época em que é mais difícil produzir devido a questões climáticas (calor e umidade excessivos), e conseqüentemente o produto alcança melhores cotações, é comum o cultivo em regiões serranas e de topografia acidentada, muitas vezes em locais com declive acentuado para que haja boa drenagem.

Em ambos os casos, a exploração do solo é intensa e existe a necessidade premente de adoção de sistemas produtivos conservacionistas com vistas a aumentar a sustentabilidade dos cultivos.

Surge, portanto, a oportunidade do uso e da sistematização de sistemas conservacionistas, tais como o sistema de plantio direto (SPD), já consagrado em grãos e, mais recentemente, adaptado para o cultivo de hortaliças (SPDH).

## Sistema de Plantio Direto de Hortaliças – Definição

O sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) consiste em um sistema de plantio pautado em três premissas básicas:

- efetiva rotação de culturas, com a inserção de plantas de cobertura produtoras de resíduos vegetais ou biomassa verde para formação de palhada;

- permanente proteção do solo, com cobertura morta ou viva (SPDH no verde);
- revolvimento localizado do solo, restrito às linhas ou covas de plantio.

## Benefícios da adoção do SPDH

O preparo inadequado do solo, bem como o intenso revolvimento e o elevado uso de insumos agrícolas têm causado forte degradação do solo (Figuras 1, 2 e 3), com reflexo no aumento das taxas de erosão e perda de água, redução dos teores de matéria orgânica, de nutrientes e da biodiversidade do solo, entre outros impactos negativos que, por fim, acabam por comprometer a produção em longo prazo.



Fotos: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 1.** Áreas com preparo inadequado do solo destinadas ao cultivo de hortaliças no estado do Espírito Santo.



Foto: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 2.** Preparo inadequado do solo em área destinada à produção de hortaliças na região serrana do estado do Rio de Janeiro.





**Figura 3.** Plantio de tomate em áreas com problemas erosivos na região serrana do Rio de Janeiro.

Como alternativa a esse cenário de degradação, têm sido propostos sistemas de baixo revolvimento do solo, tais como o SPDH (Figura 4A) e o sistema de preparo reduzido (PPR) (Figura 4B), por vezes chamado de cultivo mínimo. Esses sistemas têm apresentado boa capacidade de recuperação da qualidade do solo, aumentando a sustentabilidade e, conseqüentemente, permitindo a manutenção dos índices de produtividade.

Fotos: Nuno Rodrigo Madeira



**Figura 4.** Tomate para mesa em sistema de plantio direto em hortaliças (SPDH-Tomate) (A) e plantio com preparo reduzido (PPR) no cultivo de tomate para processamento industrial (B).

Pesquisas realizadas pela Embrapa Hortaliças desde 2002 têm mostrado que o SPDH pode reduzir em até 80% as perdas de água por escoamento superficial e em até 90% as perdas de solo por erosão. Esse efeito de proteção é maior quanto maior for o poder erosivo das chuvas. Essa redução se dá principalmente pela manutenção da cobertura sobre a superfície do solo durante todo o ano bem como pela melhoria da estrutura do solo.

Além disso, verificou-se experimentalmente que, após seis anos de adoção, o SPDH proporcionou incremento significativo dos teores de matéria orgânica em relação ao sistema convencional (SPC), além de aumento da fertilidade do solo, especialmente com relação aos teores de fósforo, cálcio e também incremento da capacidade de troca catiônica do solo.

A adoção do SPDH tem proporcionado, ainda, melhoria das condições microclimáticas de cultivo, proporcionando maior conforto térmico às plantas. Tem-se observado redução de até 4 °C na temperatura média do solo. Na superfície, a diferença de temperatura pode chegar a 11 °C durante os picos de temperatura máxima do dia, que ocorrem entre 13h00 e 14h00 em dias quentes e ensolarados e com solo seco. Essa amenização dos picos de temperatura resulta em menor estresse para as plantas.

A presença de maior quantidade de palha em superfície e a preservação da estrutura do solo no SPDH resulta em economia de água de irrigação da ordem de 25% na fase inicial de crescimento do tomateiro, quando a cobertura do solo proporcionada pelas plantas ainda é incipiente e a perda de água para a atmosfera ocorre predominantemente pela evaporação a partir do solo. Com o desenvolvimento da cultura, ocorre aumento da transpiração pelas plantas e redução na evaporação a partir do solo. Estudos em tomate rasteiro mostraram economia de cerca de 11% ao longo de todo o ciclo da cultura. A relação entre produção de frutos e quantidade de água utilizada mostra que o SPDH é cerca de 23% mais eficiente que o SPC. Em tomate para mesa, conduzido com tutoramento, não se encontram estudos precisos, apenas informações empíricas de economia da ordem de 30% a 50%, a depender das condições climáticas e do tipo de solo. Certamente, devido à arquitetura das plantas, que são mantidas rasteiras no tomate para processamento e tutoradas no tomate para mesa, a economia há de ser muito maior no tomate para mesa, pois no sistema convencional, o solo fica desprotegido nas ruas.

Embora o SPDH em tomate se apresente como alternativa sustentável para produção, ainda há muito a avançar quanto à sua adoção, especialmente em tomate para mesa. Várias são as razões, desde questões relacionadas a equipamentos e mecanização, arrendamento da área só para o período de cultivo do tomate, dinamismo da olericultura com cultivos sucessivos de hortaliças, desorganização da cadeia produtiva, desconhecimento e consequente insegurança e, por vezes, aspectos culturais com relação ao manejo de plantas espontâneas. Em tomate para processamento, por se tratar de cadeia produtiva bastante estruturada e com elevado grau de organização, avançou-se bastante. Estima-se que hoje cerca de 40% a 50% da área seja cultivada sobre palhada, apesar do sistema ainda carecer de maior diversidade e ajuste.

Esta circular técnica visa informar ao público acerca do SPDH no cultivo do tomateiro. Cabe ressaltar, porém, que assim como qualquer alteração nos sistemas de produção pré-estabelecidos e consolidados, os autores recomendam a adoção inicial em apenas uma pequena parte da área de produção, como uma forma de teste para, apenas posteriormente, após consolidação do conhecimento e das práticas agrícolas necessárias, ser adotado como sistema principal de produção.

## Estabelecimento do SPDH

### Requisitos para o estabelecimento

Para o estabelecimento do sistema, devem ser considerados alguns pré-requisitos relacionados ao manejo e à conservação do solo:

- A área deve estar nivelada, ainda que seja inclinada, sem impedimentos às operações mecânicas, isto é, sem torrões ou buracos;
- a correção da acidez do solo deve ser muito bem feita, visto que não ocorrerá mais revolvimento após o estabelecimento do SPDH;
- em caso de níveis muito baixos de fósforo, sugere-se a fosfatagem com fosfatos de rocha ou termofosfatos;
- não deve haver compactação do solo abaixo da camada arável (pé-de-grade), o que pode ser corrigido mecanicamente ou biologicamente, por meio



de uso de plantas de cobertura com sistema radicular vigoroso como nabo forrageiro e milho em alta densidade.

### **Exigências climáticas do tomateiro**

O tomateiro é uma planta originalmente de clima ameno e relativamente seco. Porém, apresenta-se adaptada a uma larga gama de condições climáticas. No Brasil, apresenta-se melhor adaptado a regiões serranas ou de planalto, além daquelas que apresentam clima subtropical ou temperado, sendo esta realidade predominante apenas no sul e em parte do sudeste do país.

Variação de temperatura da ordem de 6-8 °C entre dia e noite são desejáveis para o pleno desenvolvimento vegetal e dos frutos. Na literatura, são citadas variadas faixas ótimas de temperatura para o cultivo do tomateiro, tais como 21-28 °C durante o dia e 15-20 °C durante a noite, enquanto outros trabalhos consideram como ótima uma faixa mais ampla de temperatura, com extremos entre 10-34 °C. É citado também que a germinação de sementes é ótima entre 15 °C e 25 °C. Os maiores danos à produção se dão em ambientes onde a temperatura supera os 35 °C.

Trabalhos recentes, porém, têm mostrado que mesmo aumentos moderados de temperatura noturna e/ou diurna, dentro das faixas previamente citadas, são capazes de promover significativa redução da viabilidade do pólen, levando a prejuízos na produção de frutos.

A ocorrência de elevadas temperaturas pode também levar à ocorrência de outras anomalias fisiológicas. Frutos produzidos nessas condições podem apresentar piores características pós-colheita, sendo mais pobres nutricionalmente, apresentando coloração vermelha menos intensa e apresentando menores teores de sólidos solúveis totais (menor teor de açúcares), por exemplo. Além disso, altas temperaturas, especialmente quando associadas a baixa umidade, tendem a proporcionar aumento populacional de pragas, muitas vezes inviabilizando o cultivo do tomateiro.

Nesse sentido, o SPDH, principalmente em períodos quentes, pode ser uma importante ferramenta rumo à estabilidade e à sustentabilidade da produção. A palhada deixada sobre o solo possui um efeito isolante, que ameniza os extremos de temperatura, propiciando a manutenção de um melhor microclima

próximo à área coberta, especialmente em sua fase de desenvolvimento, expansão de folhas e início da formação de inflorescências.

Por outro lado, considerando também extremos de baixa temperatura, a palhada é capaz de mitigar os danos causados por geadas em regiões mais frias, graças à sua atuação como isolante térmico. Uma prática antiga, comum entre agricultores de regiões serranas, em noites muito frias, era a distribuição de palhada sobre os canteiros de mudas de hortaliças para amenizar os efeitos das geadas. A Figura 5 mostra mudas de tomateiro recém transplantadas em SPDH. A palhada ao redor das linhas de plantio confere a citada melhoria do microclima de cultivo.



Foto: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 5.** Muda de tomate recém transplantada em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH).

Além da temperatura, a questão de precipitação e umidade excessivas compromete a produção pelo aumento da incidência de doenças fúngicas e bacterianas. Além disso, muitas vezes o preparo de solo fica dificultado ou mesmo inviável no período chuvoso, que no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil corresponde de outubro-novembro a março-abril. São frequentes, ainda, problemas como compactação subsuperficial - o conhecido pé-de-grade ou, no caso de hortaliças, o “pé-de-rotativa” -, redução da fertilidade dos solos por carregamento de partículas, diminuição da capacidade de infiltração da

água no solo com conseqüente aumento do escoamento superficial, volume de enxurradas e formação de voçorocas, culminando com o esgotamento do solo e com a diminuição da produtividade das culturas.

De maneira geral, a situação climática deve se agravar em função dos efeitos das mudanças climáticas. A possibilidade de ocorrer eventos climáticos extremos com maior frequência, como ondas de calor, secas e tempestades deve acarretar na intensificação de processos de degradação do solo como erosão, salinização, perda de fertilidade e inundação de terras cultiváveis. O SPDH tem potencial para reduzir os efeitos de tais eventos, podendo também ser visto como um sistema de produção capaz de aumentar a resiliência dos sistemas de produção de hortaliças em um cenário de mudanças climáticas.

### **Correção do solo e adubação**

O tomateiro é reconhecidamente uma planta com alta demanda por nutrientes, respondendo com alta taxa de conversão. Esta demanda pode chegar a 190-300 kg/ha de N, 30-70 kg/ha de P e 200-350 kg/ha de K. Ao contrário dos grãos e outras culturas de importância econômica, o tomateiro acumula e exporta também grandes quantidades de nutrientes como cálcio, magnésio e enxofre. Por essa razão, é preciso repor os nutrientes exportados em suas partes comerciais (fruto) a cada ciclo de cultivo por meio da calagem e do uso de fertilizantes.

A restituição dos nutrientes exportados é de fundamental importância para a obtenção de altas produtividades e deve ser realizada de maneira equilibrada visando atender à demanda da planta, evitando-se excessos já que esses insumos podem representar até 30% do custo de produção. Além disso, o uso excessivo de fertilizantes pode causar degradação ambiental dos solos e corpos d'água.

As curvas de acúmulo de nutrientes para tomateiro mostram, em geral, que o acúmulo e a exportação das áreas produtivas obedece a seguinte ordem:  $K > N > P \geq Ca > S > Mg$ . Para os micronutrientes, não há um padrão bem estabelecido e, por isso, atenção deve ser dada a boro, cobre e zinco, porque esses elementos são encontrados em baixíssimos teores nos solos de regiões tropicais.

Para se estimar as quantidades de corretivos e fertilizantes que devem ser aportados em SPDH, são utilizados os mesmos métodos adotados no sistema convencional, permitindo-se alguns ajustes.

Importante em qualquer sistema de cultivo, a análise do solo em SPDH ganha ainda maior relevância, visto que há acúmulo de nutrientes na camada subsuperficial do solo. Por causa disso, deve-se amostrar o solo pelo menos nas profundidades de 0 cm a 10 cm e 10 cm a 20 cm antes do início de cada ciclo produtivo. Em geral, a estimativa das quantidades de corretivos e fertilizantes é realizada considerando-se a primeira profundidade (0 cm a 10 cm).

Para uma correta avaliação da fertilidade do solo, deve-se ter cuidado com a amostragem do solo, procurando realizá-la de forma que melhor represente a fertilidade média da área amostrada. Isso é necessário porque os laboratórios não conseguem minimizar ou corrigir os erros cometidos nessa etapa e, caso a amostragem seja mal feita, o resultado da análise será insatisfatório. A área de plantio deve ser uniforme em relação à vegetação, à posição topográfica, às características perceptíveis do solo e ao histórico de uso.

Deve-se ajustar o pH do solo a valores adequados para o tomateiro, o que equivale a pH entre 5,8 e 6,8, reduzindo a presença do alumínio tóxico na solução do solo. Além desses efeitos, a calagem também é uma maneira mais econômica de suprir cálcio e magnésio para o tomateiro. Deve-se levar em consideração a época de aplicação, o tipo e a forma de incorporação do calcário no solo.

A saturação de bases de 70% e a relação 1:1 entre Ca e Mg na CTC do solo são adequadas para o tomateiro. Para se chegar a essa relação estreita, deve-se optar pelo calcário dolomítico, porque contém teores mais elevados de Mg. Em situações favoráveis ao uso de calcário calcítico, o Mg pode ser complementado por outras fontes, como sulfatos, carbonatos e óxidos. Para solos com teores baixos de Mg ( $Mg^{2+} < 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), recomenda-se aplicar de 100 a 120 kg/ha de sulfato de Mg, no sulco, junto a outros fertilizantes.

O calcário deve ser aplicado e incorporado, a lanço, com bastante antecedência ao plantio (preferencialmente 90 dias antes do plantio ou na ocasião do plantio das plantas de cobertura), para permitir que as reações de solubilização se processem e o propósito da calagem seja atingido. Depois de aplicado, o calcário deve ser incorporado superficialmente no SPDH. Para melhor efeito da calagem, o solo deve estar com umidade superior a 80% da capacidade de campo.

Considerando que o calcário fica restrito às camadas mais superficiais do solo quando o SPDH é utilizado, o uso de gesso agrícola figura como opção interessante para melhorar a oferta de cálcio e enxofre nas camadas mais profundas, de maior exploração pelo sistema radicular do tomateiro.

Em relação às quantidade de fertilizantes a serem aplicadas, os cálculos são feitos a partir dos resultados da análise química do solo. Embora as quantidades a serem repostas seja função da classe de fertilidade do solo, as doses de fósforo para o tomateiro rasteiro e para mesa podem chegar a 500 kg/ha e a 1200 kg/ha, respectivamente.

Se a área em SPDH já apresentar fertilidade construída, as quantidades de adubos deverão ser menores, em especial o P. Nesse caso, e para o P, a reposição poderá ser realizada por meio da aplicação em área total, sempre considerando as recomendações regionais. Nesse cenário, o uso do fosfato natural também é recomendado para possibilitar um fornecimento gradual de P em longo prazo.

É importante ficar atento aos nutrientes nitrogênio (N) e potássio (K) que podem ser perdidos ao longo do ciclo por lixiviação ou volatilização. A aplicação parcelada desses nutrientes ajuda na redução dessas perdas e deve obedecer a marcha de absorção de nutrientes da cultura. Nesse sentido, pode-se aplicar no plantio 40% e 60% do N e do K, respectivamente, e o restante dividido em duas a três aplicações de cobertura. Chama-se ainda a atenção para o fato de que, em SPDH, a imobilização microbiana do N é um fato de suma importância, frequentemente sendo citada como causa de decréscimo da disponibilização desse nutriente para os cultivos agrícolas.

A operação de aplicação dos adubos deve ser realizada no sulco de plantio durante a abertura das linhas de plantio, utilizando-se plantadoras adaptadas ao corte da palhada no SPD. Considerando-se que no SPDH não há revolvimento do solo, a incorporação do adubo é limitada e, por isso, o uso da ureia pode não ser a decisão mais acertada. Para melhor aproveitamento da ureia, é preciso a sua incorporação. Então, considerando-se a unidade do nutriente aproveitado pela cultura, o uso de outras fontes de N pode ser melhor opção, mesmo em casos em que o valor de aquisição seja um pouco mais elevado.

### **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 ser considerados um conjunto de fatores para a decisão de qual espécie eleger.

As plantas de cobertura ou adubos verdes devem, preferencialmente, apresentar crescimento rápido e serem capazes de formar uma palhada densa e duradoura, de modo que promovam uma adequada cobertura do solo durante todo o ciclo de cultivo do tomateiro. Outra característica desejada é a apresentação de sistema radicular profundo, capaz de promover a reciclagem de nutrientes em camadas não alcançadas pelo tomateiro.

Espécies de gramíneas e de leguminosas, bem como o consórcio de duas ou mais dessas espécies, tem sido utilizados experimentalmente em SPDH. Na Tabela 1 e na Figura 6, encontram-se exemplos de plantas de cobertura comumente utilizadas nesse sistema.

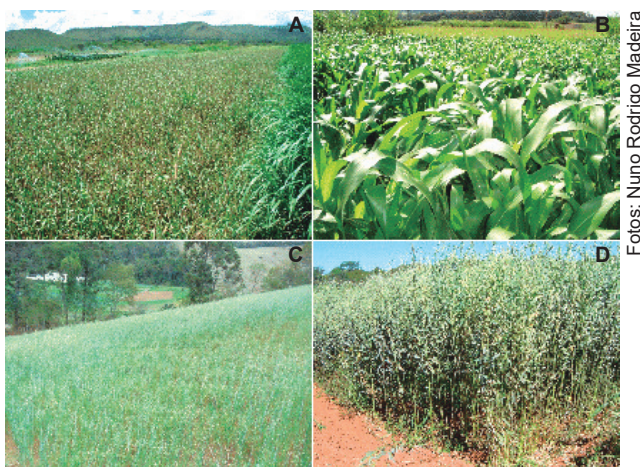
Alternativa ao uso de espécies de gramíneas ou de leguminosas solteiras é o uso de consórcios contendo espécies dos dois grupos mencionados. Exemplos de consórcios de gramíneas e leguminosas que tem sido utilizados para o cultivo de hortaliças em SPDH são: milho + mucuna-preta; milho + mucuna-cinza; milheto + crotalária; aveia + ervilhaca. É possível ainda o agrupamento de três ou mais espécies, formando um coquetel de espécies para que se obtenham diferentes benefícios.



Tabela 1. Exemplos de plantas de coberturas utilizadas em SPDH e informações agronômicas sobre elas.

Planta de cobertura	Massa verde (t/ha)	Massa seca (t/ha)	N (kg/ha)	Relação C/N	Ciclo até o Florescimento
Aveia-branca	35-70	3,5-7	-		90-150
Aveia-preta	30-60	3-6	-		70-130
Azevém	30-60	3-6	-		150-180
Centeio	30-60	3-6	-		90-150
<i>Crotalaria juncea</i>	50-70	15-20	150-165	20-25 / 1	90-120
<i>Crotalaria spectabilis</i>	20-30	4-6	60-120	15-20 / 1	90-100
Ervilhaca	20-30	4-6	120-180	10-15 / 1	120-150
Feijão-de-porco	20-40	3-6	50-190		90-100
Feijão guandu	20-40	5-9	40-280		150-180
Feijão guandu anão	20-30	4-7	100-170		90-120
Labe-labe	15-30	5-9	65-130		120-150
Milheto	40-50	8-10	-		60-90
Milho	50-60	7-10	-		60-75
Mucuna anã	10-20	2-4	50-100		90-120
Mucuna preta	40-50	7-8	170-210		150-180
Nabo forrageiro	25-50	2-5	-		60-90
Sorgo forrageiro	15-30	4-8	-		55-70
Trigo	35-70	3,5-7	-	35-40 / 1	90-150

Fonte: Adaptado de Wutke et al., (2009); Carvalho e Amabile, (2006).



Fotos: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 6.** Plantas de cobertura ou adubos verdes para SPDH: (A) milheto, (B) milho, (C) aveia-preta e (D) crotalária.

Diversos são os benefícios do uso de plantas de cobertura em SPDH, dentre os quais podem ser citados: 1) palhada com elevada relação carbono/nitrogênio (C/N) proporciona lenta degradação e, conseqüentemente, boa cobertura do solo; 2) promoção da fixação biológica de nitrogênio quando do uso de leguminosas, como crotalárias, mucunas, soja, ervilhaca, entre outras, aumentando a disponibilização desse nutriente para os cultivos de hortaliças e diminuindo o risco de imobilização de N em SPDH; 3) quando do uso de consórcio de gramíneas + leguminosas, além de proporcionar bom aporte de nutrientes e palhada duradoura, o SPDH apresenta capacidade superior de melhorar a qualidade do solo, refletida no aumento dos teores de matéria orgânica do solo e de suas frações mais estáveis; 4) redução da emergência de plantas daninhas; 5) supressão de doenças por meio da rotação de culturas e da redução de propagação de inóculos de doenças e 5) descompactação do solo graças aos efeitos físicos do crescimento das raízes bem como do aporte de matéria orgânica do solo em subsuperfície.

Adicionalmente, gramíneas como 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.

As crotalárias e mucunas, entre outras leguminosas, são normalmente manejadas na fase de pleno florescimento, antes da produção de sementes, de modo a evitar a chegada dessas sementes ao solo que, após semeadura e emergência, provocarão competição entre as plantas de cobertura manejadas erroneamente e o cultivo comercial. Contudo, a produção de sementes dessas espécies com vistas à adubação verde ou à rotação de culturas pode ser uma alternativa econômica para produtores especializados em função da crescente demanda.

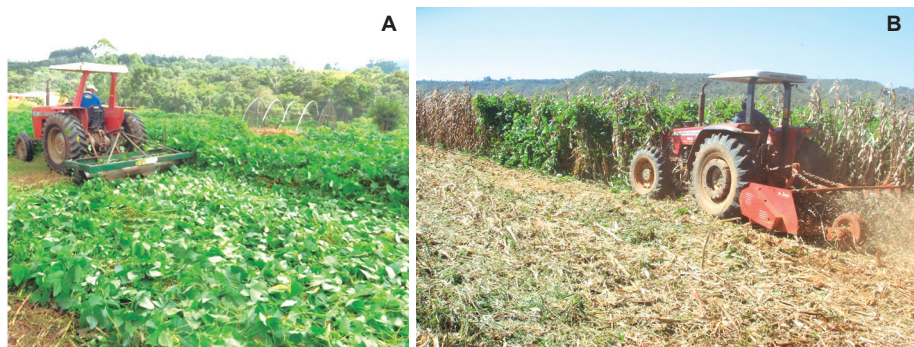
As plantas de cobertura em SPDH normalmente são dessecadas utilizando-se herbicidas, sendo comum o uso de princípios ativos como Paraquat e Glifosato. Entretanto, tem crescido ultimamente o uso de meios físicos para manejo destas plantas de cobertura por meio da trituração, roçada ou acamamento. O manejo físico das espécies utilizadas como plantas de

cobertura tem proporcionado a adoção do SPDH em sistema orgânico de produção, incrementando o benefício que esses dois sistemas apresentam sobre a qualidade ambiental.

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 ainda 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 15 dias a depender da espécie e das condições climáticas.

Para o manejo com trituração (Figura 7) 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.



Fotos: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 7.** A – Manejo da planta de cobertura mucuna-preta por acamamento com rolo-faca. B – Manejo das plantas de cobertura milho e mucuna-preta por trituração. Manejo de insetos pragas e doenças.

## Manejo de insetos pragas e doenças

O manejo de doenças e pragas em tomate sob SPDH se assemelha ao realizado em sistema convencional de cultivo com preparo de solo. O diferencial do SPDH está na priorização da sanidade do sistema como um todo, enfatizando que, em função do não revolvimento do solo, da efetiva rotação de culturas e da presença de cobertura permanente do solo, ocorrem alterações na dinâmica de problemas fitossanitários, o que permite a expressão do potencial produtivo das culturas.

Como no SPDH o solo não é revolvido, verifica-se uma alteração na entomofauna presente. Assim, a diversidade de inimigos naturais também é maior em SPDH. 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 pragas geralmente secundárias como lagarta-rosca, cupins e especialmente 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 e os cupins 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, pela oscilação da quantidade de palhada ao longo do ano, pode haver elevação da população dessas pragas, chegando a níveis 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. Também, cabe ressaltar que esse problema ocorre em áreas que estão sob SPD por muitos anos ou até décadas, o que é comum no cultivo de grãos. No caso de hortaliças, o SPDH dificilmente tem tanta durabilidade, o que reduz a ocorrência de problemas com pragas como corós e cupins.

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta*, e as brocas pequena e grande são consideradas as pragas mais importantes em tomate, responsáveis por severos danos e grandes perdas em cultivos comerciais. Sua densidade populacional em SPDH tem sido ligeiramente menor quando comparada ao cultivo convencional, possivelmente pela maior ação de inimigos naturais.

Para o manejo de doenças, especialmente de nematoides, observa-se menor número de juvenis e adultos. Foi observado menor número de juvenis de 2º estágio de *Meloidogyne* e menor número de juvenis e adultos de *Pratylenchus brachyurus* em SPDH com a utilização de consórcio de milho e mucuna nas entrelinhas.

Em regiões serranas adotantes do SPDH, observa-se redução no escoamento superficial de água - o que reduz o transporte de sedimentos - e no volume de respingos que ocorrem quando os pingos de água batem na superfície do solo, com conseqüente menor dispersão de esporos e de doenças foliares, tão comuns a partir da fase intermediária para o final do ciclo da cultura. No SPDH, é comum fechar a produção de uma lavoura com a “saia” relativamente íntegra, ao passo que, no sistema convencional, essa porção da planta fica absolutamente comprometida. Além disso, o incremento do teor de matéria orgânica do solo, o incremento da diversidade da comunidade microbiana e o não revolvimento do solo promovem uma dinâmica de microorganismos que favorece a saúde das plantas. No entanto, por serem observações, carecem de resultados de pesquisa para sua confirmação e validação, em especial para as doenças como alternariose e septoriose.

O produtor, mesmo que trabalhe em escala comercial com plantios escalonados e restrição de áreas, deve evitar a repetição do cultivo de espécies de solanáceas na mesma área durante pelo menos dois anos. Deve-se dar preferência a um esquema de rotação ou sucessão de culturas, visando à manutenção do esquema “planta de cobertura/adubo verde – hortaliça – planta de cobertura / adubo verde – hortaliça”.

## Outros tratos culturais

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

O tutoramento é semelhante ao realizado no sistema de plantio convencional com preparo de solo, ressaltando que a proposta de tutoramento vertical, alternativamente ao tutoramento tradicional cruzado em V invertido, é a que tem proporcionado maior sanidade às plantas por permitir maior arejamento da lavoura e maior facilidade de realizar uma boa cobertura quando for feita

a pulverização, seja em manejo convencional com agroquímicos, seja com métodos e produtos alternativos em manejo agroecológico.

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. Estudos têm demonstrado que, no SPDH, a ocorrência de plantas espontâneas reduz em torno de 75%. A cobertura do solo atua como barreira física e o não revolvimento em área total evita a indução de germinação do banco de sementes de plantas espontâneas, especialmente as sementes mais profundas, que seriam induzidas a germinar caso o preparo do solo fosse feito. Assim, o controle do mato fica muito facilitado no SPDH. Mesmo em manejo agroecológico, portanto sem herbicidas, tem-se observado que o tempo gasto com capinas se reduz a um terço. Fazem-se necessários, entretanto, mais estudos para quantificar esse benefício que tem sido relatado frequentemente considerando a diversidade de plantas espontâneas, muitas vezes daninhas, e suas interações fitossociológicas.

Na irrigação, o SPDH promove redução da necessidade de reposição pela maior capacidade de retenção de água devido à barreira física da cobertura, à redução da temperatura e à preservação da estrutura do solo, reduzindo a evaporação, componente importante na evapotranspiração especialmente na fase inicial dos cultivos. O manejo pode ser semelhante ao do plantio convencional com preparo de solo, mas o que ocorre é que no SPDH leva-se mais tempo para atingir o momento de irrigar, aumentando o turno de rega. Se for mantido o turno de rega, deve-se reduzir a lâmina d'água, ou seja, a quantidade a irrigar.

Avaliou-se a necessidade de irrigação em tomateiro rasteiro por dois anos no Planalto Central. A economia de água foi significativa, de 18% nos primeiros 50 dias, quando prevalece a evaporação, e de 11% durante todo o ciclo da cultura. A eficiência de uso de água, ou seja, a relação entre volume de água necessário para produzir 1 kg de tomate, foi 23% superior. Esses dados foram obtidos no Cerrado, na estação seca. Foi sugerido, inclusive, um ajuste dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) quando se realiza manejo por meio de monitoramento em áreas que adotem o SPDH. Em regiões serranas, devido às características de solo e clima, a capacidade de retenção de água é maior e o que se tem relatado é uma redução da necessidade de irrigação da ordem de 30% ao longo de todo o ciclo.



Deve-se atentar para o fato de que, se um produtor adota o SDPH e efetua as irrigações nas mesmas frequências e volumes de água que usava para o cultivo convencional, provavelmente haverá molhamento excessivo e, conseqüentemente, maior ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas e menor produtividade.

## Exemplos de desempenho produtivo de tomate em SPDH

A seguir são citadas algumas experiências pré-existentes de SPDH-Tomate e resultados de experimentos com tomate rasteiro (para processamento) e tomate tutorado (para mesa) na Embrapa Hortaliças ou de unidades demonstrativas em parceria com agricultores e empresas de processamento de tomate para validar o SPDH. Avaliaram-se diferentes cultivares, níveis de adubação, número de cachos e combinações de plantas de cobertura (adubos verdes), além de se realizar a determinação da eficiência de uso da água.

### **Exemplos de desempenho produtivo de tomate rasteiro (para processamento) em SPDH**

Em tomate para processamento, ainda na década de 1990 na região de Rio Verde, Goiás, iniciaram-se testes de plantio sobre palhada de milho, arroz, milheto e, especialmente, braquiária, por vezes em plantio de sequeiro, com resultados satisfatórios, reduzindo custos e viabilizando o plantio em época em que o preparo de solo é dificultado pela chuva. Verifica-se maior aproveitamento da produção em função da redução das perdas por podridões, em função do desenvolvimento dos frutos sobre a palhada e não em contato direto com o solo. Em ensaios realizados pela Cooperativa Agrícola de Rio Verde, em lavouras de sequeiro, viáveis somente sob SPDH pelo efeito da palhada e conseqüente maior tolerância à estiagem, obteve-se Brix mais alto, passando de aproximadamente 5-5,5° Brix para 7-8° Brix, com conseqüente bonificação pela alta qualidade da matéria-prima.

Para tomate rasteiro, avaliou-se na Embrapa Hortaliças por dois anos (2004 e 2005), o efeito de quatro diferentes plantas de cobertura para formação de palhada (milheto, sorgo forrageiro, crotalaria juncea e amaranto), observando-se produtividade superior ao plantio convencional com preparo

de solo para as quatro palhadas. Observou-se redução de frutos podres em torno de 55% no SPDH. A produtividade oscilou entre 105 e 118 t/ha em SPDH comparativamente a 103 t/ha no sistema convencional com preparo de solo. Apesar de não haver diferenças significativas, observou-se tendência de superioridade do SPDH. Além disso, há que se considerar os consagrados benefícios que o SPDH proporciona, já discutidos anteriormente.

Foto: Nuno Rodrigo Madeira



**Figura 8.** Ensaio com tomate rasteiro em SPDH na Embrapa Hortaliças

Também se realizou, por dois anos, experimento de tomate em SPDH (Figura 9), testando diferentes níveis de palhada (3 a 12 t/ha de matéria seca), usando milho como planta de cobertura.

Foto: Nuno Rodrigo Madeira



**Figura 9.** Experimento de irrigação de tomate rasteiro em SPDH.

Ainda em tomate rasteiro, implantaram-se unidades de observação em parceria com a Unilever Bestfoods na região de Goiânia (Figura 10). Foram testadas três cultivares (H9553, H9992 e U2006) e diferentes níveis de adubação de plantio. O trabalho subsidiou a tomada de decisão acerca da possibilidade de se reduzir a adubação de base de 1500 kg/ha de NPK 04-30-16 para 1200 kg/ha quando se adota o SPDH ou o plantio com preparo reduzido em áreas de Cerrado de fertilidade mediana. Isso pode ser explicado pela maior CTC (capacidade de troca catiônica), devido aos teores mais elevados de matéria orgânica, e pelo maior acúmulo de nutrientes no SPDH.



Foto: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 10.** Ensaio com o SPDH-tomate em Goiânia, GO.

### **Exemplos de desempenho produtivo de tomate para mesa em SPDH**

Nos Estados Unidos, foi feita avaliação econômica do que é chamado sistema de produção de tomates para mesa com cobertura orgânica, utilizando ervilhaca peluda, ressaltando sua ação na fixação de nitrogênio, reciclagem de nutrientes, redução da erosão e da compactação do solo e adição de matéria orgânica ao sistema. Quando transformada em cobertura (“mulching”), por rolagem e dessecação, seus restos culturais reduzem a emergência de plantas daninhas, incrementam o teor de matéria orgânica, reduzem a perda de água e atuam na liberação lenta de nutrientes. Em alternativa à ervilhaca ou em consórcio com esta, foram testados com sucesso, entre

outras plantas de cobertura, o trevo encarnado e o arroz. Foi observado que as plantas de tomate desenvolvidas em “mulching” de ervilhaca peluda produziram por mais duas ou três semanas em relação a plantas produzidas convencionalmente em “mulching” de polietileno preto, contribuindo para a obtenção, na média de seis anos, de maiores produtividades (96,4 t/ha contra 75,5 t/ha) e lucratividades (US\$ 24.512 por hectare contra US\$ 14.800 por hectare). Além da maior longevidade na produção, houve redução de custos, pela eliminação da dispendiosa operação de colocação do plástico e pela redução no uso de fertilizantes, herbicidas e água de irrigação.

A partir de 2001, a Epagri em parceria com agricultores, vem desenvolvendo o cultivo de tomate em SPDH na região de Caçador, SC, importante polo produtor no verão. O sistema proposto vem sendo construído de forma participativa e se apresenta como uma alternativa ao sistema vigente, buscando a racionalização do uso da água, a recuperação e a manutenção da fertilidade do solo, a redução da dependência externa (agrotóxicos e adubos altamente solúveis), a construção coletiva embasada na experiência dos agricultores e a organização da agricultura familiar e a valorização da qualidade de vida dos agricultores e consumidores. O trabalho realizado pela Epagri traz, ainda, uma visão mais ampla, buscando promover “conforto” e saúde para as plantas, entendendo as demandas da cultura, em especial com relação à adubação, fornecendo os nutrientes conforme as taxas de absorção da cultura em cada fase.

Cabe citar a oportunidade de utilização de uma transplantadora da fabricante Iadel, empresa de máquinas localizada em Dona Emma, Santa Catarina, lançada para a cultura do fumo, mas perfeitamente adaptada para o cultivo de hortaliças, especialmente solanáceas e brássicas, em áreas com baixa declividade.

Em ensaio de campo no Distrito Federal, de março a agosto, sobre palhada de milheto e com a cultivar Dominador, obteve-se produtividade de até 92 t/ha utilizando-se sistema de condução de tutoramento vertical com duas hastes e deixando 6 a 7 cachos na haste principal ou 12 a 13 cachos na planta. Observou-se maior sanidade das plantas e alongamento do ciclo de colheita para 10 semanas, mesmo recebendo chuva do plantio até os 70 dias após o transplantio.

Em São José de Ubá, noroeste do Estado do Rio de Janeiro, importante polo tomaticultor, a Embrapa Hortaliças teve a oportunidade de colaborar com o trabalho realizado na região, pela Embrapa Solos, de promoção do plantio direto em tomate (Figura 11), com resultados muito positivos.

Tendo por base o SPDH, a Embrapa Solos apresenta o Tomatec ou Tomate Ecologicamente Cultivado, que se propõe a reduzir sensivelmente o resíduo de agroquímicos. Trata-se de um sistema de produção que concilia boas práticas agrícolas, dentre elas o plantio em SPDH, o tutoramento vertical preferencialmente com fitilho, a fertirrigação, o manejo integrado de pragas e o ensacamento de cachos de tomate, permitindo buscar uma certificação e, possivelmente, preços diferenciados.



Foto: Nuno Rodrigo Madeira

**Figura 11.** Tomate em SPDH em São José de Ubá, RJ.



A Embrapa Hortaliças, em parceria com a Emater-MG e a Embrapa Agrobiologia, coordenou a implantação de unidades de observação de tomate envarado em Carandaí e Barbacena, Minas Gerais (Figura 12) e em Nova Friburgo (Figura 13), região serrana do Rio de Janeiro.



**Figura 12.** Unidades de observação de tomate em Carandaí-MG.



**Figura 13.** Unidade de observação de tomate em SPDH em Nova Friburgo – RJ.



## Considerações finais

A adoção do SPDH concilia alta produtividade e sustentabilidade, proporcionando melhoria da qualidade do solo, minimizando os processos erosivos, reduzindo a necessidade de irrigação, de insumos agrícolas, de mão de obra com capinas e os custos de produção.

O SPDH assume ainda maior importância nos dias de hoje em que se observa o esgotamento das áreas agrícolas e o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas, principalmente em se tratando da agricultura de clima tropical.

O SPDH deve receber ajustes conforme as condições locais, podendo ser desenvolvido nos mais diversos ambientes e ou realidades socioeconômicas.

## Referências

- 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**. Volume I. Barcarena: Editorial Presença. 360p. 2006.
- 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. il.
- 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.
- CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: Adubação Verde**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.
- 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.
- FAYAD, J.A., COMIN, J. J., BERTOL, I. Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH): o cultivo do tomate. Florianópolis, Epagri, 2016. 87 p. (Epagri, Boletim Didático , 131).

- 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: XVI Congresso de Iniciação Científica da UFPA - CICESAL Seminário de Avaliação do PIBIC/CNPQ E DO PBICT/FAPEMIG - 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: anais eletrônico. Recife: UFRPE: SBE, 2006. 1 p. 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. 1 CD-ROM.
- HAMMERSCHMIDT, I.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, V. R. Cultivo de Cebola em Sistema de Plantio Direto. 1. ed. Curitiba: Instituto Emater, 2013. v. 1. 24p
- HOYT, G. D.; WALGENBACH, J. F. Pest evaluation in sustainable cabbage production systems. **HortScience**. v.30, n.5, p. 1046-1048, 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. CD-ROM. 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, v.45, n.4, p.369-375, abr. 2010
- 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. Ouro Preto: UFV, 2013.
- ROSS, R.; MORSE, R. D. No-till and organic techniques coming together out east. **No-till Farmer**, Brookfield-WI, 01 ago. 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. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Horticultura Brasileira (Impresso), v. 21. p. 310-310, 2003.

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

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

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

WUTKE, E. A.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E. J.; DRUGOWICH, M.I. **Adubação verde no estado de São Paulo.** Campinas, CATI, 2009. 89 p. (Boletim Técnico 249).

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060,  
trecho Brasília-Anápolis, km 9  
Caixa Postal 218

Brasília-DF  
CEP 70.351-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

1ª edição

1ª impressão (2019): 1.000 exemplares

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente

*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica

*Flávia M. V. T. Clemente*

Secretária

*Clidíneia Inez do Nascimento*

Membros

*Geovane Bernardo Amaro*

*Lucimeire Pilon*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Carlos Alberto Lopes*

*Marçal Henrique Amici Jorge*

*Alexandre Augusto de Moraes*

*Giovani Olegário da Silva*

*Francisco Herbert Costa dos Santos*

*Caroline Jácome Costa*

*Iriani Rodrigues Maldonado*

*Francisco Vilela Resende*

*Italo Moraes Rocha Guedes*

Supervisor Editorial

*George James*

Normalização Bibliográfica

*Antonia Veras de Souza*

Tratamento de ilustrações

*André L. Garcia*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*André L. Garcia*

Foto da capa

*Nuno Rodrigues Mdeira*



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 15386