

# **OLERICULTURA CONSERVACIONISTA: TÉCNICAS AGRONÔMICAS E REGENERATIVAS DO AMBIENTE DE CULTIVO PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

**Roberto Botelho Ferraz BRANCO**  
**Andréia Cristina Silva HIRATA**  
**Humberto Sampaio de ARAÚJO**



**Governo do Estado de São Paulo**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento**  
**Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**  
**Instituto Agrônomo**

**Governador do Estado de São Paulo**  
Tarcísio de Freitas

**Secretário de Agricultura e Abastecimento**  
Antonio Julio Junqueira de Queiroz

**Secretário Executivo de Agricultura e Abastecimento**  
Marcos Renato Böttcher

**Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**  
Carlos Nabil Ghobril

**Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônomo**  
Marcos Guimarães de Andrade Landell

ISSN 1809-7936

**OLERICULTURA CONSERVACIONISTA:  
TÉCNICAS AGRONÔMICAS E  
REGENERATIVAS DO AMBIENTE DE  
CULTIVO PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

Roberto Botelho Ferraz **BRANCO**

Andréia Cristina Silva **HIRATA**

Humberto Sampaio de **ARAÚJO**

Série Tecnologia APTA

Boletim Técnico IAC, n. 231, 2023

Ficha elaborada pelo Núcleo de Informação Científica do Instituto Agronômico

B816o Branco, Roberto Botelho Ferraz  
Olericultura conservacionista: técnicas agronômicas e regenerativas  
do ambiente de cultivo para produção de hortaliças / Roberto Botelho  
Ferraz Branco, Andréia Cristina Silva Hirata, Humberto Sampaio de  
Araújo. Campinas: Instituto Agronômico, 2023. 30p.  
(Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 231) on-line

ISSN 1809-7936

1. Olericultura conservacionista. 2. Hortaliças. I. Hirata,  
Andréia Cristina Silva. II. Araújo, Humberto Sampaio de. III. Título.  
IV. Série.

CDD. 635

**O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores.**

**Comitê Editorial do Instituto Agronômico**

Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Fernando Alves de Azevedo

Fernando César Bachiega Zambrosi

Gabriel Constantino Blain

Valéria Aparecida Modolo

**Equipe participante desta publicação**

Coordenação da Editoração: Silvana Aparecida Barbosa

Editoração Eletrônica e Capa: Cíntia Rafaela Amaro - Amaro Comunicação

Fone: (19) 99142-8371

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação do Copyright © (Lei nº 9.610).

**Instituto Agronômico**

Caixa Postal 28

13012-970 Campinas (SP) - Brasil

[www.iac.sp.gov.br](http://www.iac.sp.gov.br)

# SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. PRÁTICAS AGRONÔMICAS PARA SUCESSO DA TECNOLOGIA.....	7
2.1. Métodos de preparo do solo e estabelecimento dos cultivos.....	7
2.1.1. Semeadura das plantas de cobertura.....	7
2.1.2. Transplântio das mudas de hortaliças.....	9
3. ESTABELECIMENTO DA OLERICULTURA CONSERVACIONISTA.....	11
3.1. Exemplos de cultivos hortícolas em sistema conservacionista.....	14
4. BENEFÍCIOS AGROAMBIENTAIS DA PRÁTICA DA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA.....	16
4.1. Redução da perda de solo por erosão.....	16
4.2. Aumento da fertilidade do solo.....	18
4.3. Reserva hídrica do solo.....	22
4.4. Supressão de plantas daninhas.....	24
4.5. Redução ou eliminação de insumos químicos para cultivo de hortícolas.....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

# **OLERICULTURA CONSERVACIONISTA: TÉCNICAS AGRONÔMICAS E REGENERATIVAS DO AMBIENTE DE CULTIVO PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

Roberto Botelho Ferraz **BRANCO** <sup>(1)</sup>

Andréia Cristina Silva **HIRATA** <sup>(2)</sup>

Humberto Sampaio de **ARAÚJO** <sup>(3)</sup>

## **RESUMO**

Neste Boletim Técnico os autores procuram escrever de forma simples e objetiva sobre a abordagem agronômica de como realizar agricultura para produção de hortaliças de forma a atender os princípios da Agricultura Conservacionista, que são o de mínimo revolvimento do solo e/ou plantio direto para estabelecimento dos cultivos hortícolas, rotação de culturas e manutenção permanente de resíduos vegetais na superfície do solo. Assim, tópicos sobre metodologias para preparo adequado do solo, semeadura das plantas de cobertura ou grãos/cereais que entram no programa de rotação de culturas, bem como tecnologias de transplântio e estabelecimento das mudas de hortaliças sobre palha de plantas de cobertura ou de culturas de rotação foram destacadas nesta publicação. Os benefícios agroecossistêmicos que o sistema conservacionista proporciona a toda propriedade, como os de conservação do solo e da água, além do aumento da fertilidade natural do solo foram contemplados no conteúdo desta publicação. Dessa maneira, desejamos que o material didático elaborado de forma técnica e prática com embasamento em resultados científicos produzidos por pesquisadores do Instituto Agronômico (IAC) e da APTA Regional, ambos da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) traga informações imprescindíveis para adoção segura da tecnologia e

---

<sup>(1)</sup> Instituto Agronômico (IAC), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Horticultura, Campinas (SP), roberto.branco@sp.gov.br

<sup>(2)</sup> APTA Regional, Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de Presidente Prudente, Presidente Prudente (SP).

<sup>(3)</sup> APTA Regional, Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de Andradina, Andradina (SP).

que assim agricultores possam desfrutar de elevadas produtividades, de forma a preservar e melhorar o ambiente de cultivo, além de deixar um legado positivo de sustentabilidade na produção agrícola para as próximas gerações.

**Palavras-chave:** Plantio direto, rotação de culturas, plantas de cobertura, conservação do solo e da água.

## ABSTRACT

This publication is addressed to the growers, technicians and agricultural professionals interested to get knowledge about the principles of Conservation Agriculture (CA) for vegetable production. It is written in a clear and objective way setting the three agronomic techniques around the CA, that are: minimum or no-tillage for vegetable crops establishment in the field, crop rotation and permanent organic mulching on the soil surface. Thus, the topic about soil management and sowing of cover crops and cereals that integrate the crop rotation system with vegetables as well as the techniques novel for vegetable transplanting on the organic mulching are highlighted in this literary work. Also, the benefits provided to the agricultural ecosystem by the CA adoption for vegetable production as soil and water conservation, increasing in the chemical, physical and biological soil fertility and ecological weed control were contemplated in this publication. Then, we expected that this literary work elaborated with technical and scientific results achieved by researches of Agronomic Institute (IAC) and APTA Regional both from the São Paulo Agribusiness Technology Agency (APTA), provides essential information to the security adoption of the CA technology for vegetable production and thus support the growers for the transition for the modern regenerative agriculture with improvement in the environmental quality besides to leave an adequate and positive legacy of sustainable agriculture for the next generations.

**Key words:** No-tillage, crop rotation, cover crop, soil and water conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna necessita de tecnologias inovadoras de cultivo que possibilitem a produção de alimentos de maneira a enfrentar com resiliência as mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global e ao mesmo tempo conservar os recursos naturais (solo e água) para garantir a integridade nutricional e o bem-estar da humanidade e de todos os seres vivos. Ao redor do mundo há relatos de regiões que no passado foram potências agrícolas e que atualmente sofrem com processos de degradação do ambiente produtivo, como salinização, erosão e contaminação do solo, além do assoreamento e eutrofização dos recursos hídricos, fatos que resultam muitas vezes no fenômeno da desertificação. Por isso, o preparo convencional com aração e gradagem que expõem o solo a processos erosivos, assim como a adubação exclusivamente química dos cultivos agrícolas devem ser urgentemente repensados.

Ao adentrar em uma mata em seu estado natural ou mesmo em processo de regeneração nota-se a presença evidente da serrapilheira, que é a camada de resíduos vegetais, folhas, ramos e caules em processo de decomposição e que protegem a superfície do solo. É notável a presença de espécies arbóreas de grande porte, assim como arbustivas e herbáceas que compõem a comunidade vegetal de uma mata em ambiente natural e que constantemente reciclam material orgânico incorporado pela fotossíntese e decomposto por macro e microrganismos. Também o emaranhado de raízes que se forma desde o perfil mais raso até camadas mais profundas do solo é de extrema importância para manutenção de toda essa vitalidade natural de uma floresta, com funções ecossistêmicas que vão desde a infiltração de água no solo, fixação dos vegetais no solo, transpiração, absorção e transporte



de nutrientes e fonte de alimentação para macro e microrganismos. Esse equilíbrio formado pela constante decomposição de material orgânico e reciclagem de nutrientes torna esse sistema autossustentável e, portanto, seria a referência para os sistemas produtivos agrícolas. Essa dinâmica de incorporação de carbono, reciclagem de nutrientes e fluxo de água e energia proporciona estabilidade natural nos ecossistemas, que são essenciais para a vida e biodiversidade no nosso planeta (Figura 1).



**Figura 1.** Vista de uma mata de cerrado nativo no interior do estado de São Paulo (a); detalhe da serrapilheira com intensa atividade radicular (b) e frutificando vida com esporulação de fungos do solo (c, d). Foto: Branco, R. B. F. (2020).

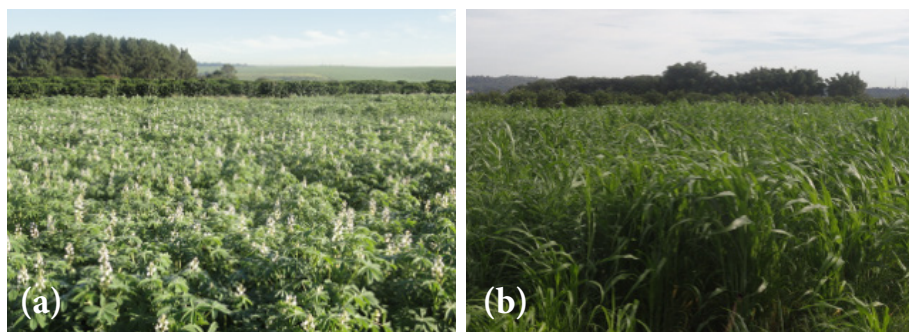
Com as práticas da agricultura convencional acabamos com o equilíbrio do ambiente natural, quebrando todo um ciclo de vida extremamente complexo e heterogêneo, impactando negativamente todo

o ecossistema de um determinado local. Por isso, sistemas modernos de produção agrícola que possibilitam a produção de alimentos, fibras e energia, aliados à conservação de recursos ambientais e da biodiversidade, são extremamente desejáveis para manutenção das espécies em nosso planeta. Práticas agronômicas que proporcionem um cenário que simule ao máximo o ambiente natural do ecossistema envolvido na produção agrícola são extremamente importantes e desejadas atualmente. Assim, a Agricultura Conservacionista tem como objetivo, com sua tecnologia de produção agrícola, buscar soluções que simulem o ambiente natural do ecossistema em que está inserida a exploração agrícola, especialmente com vistas à conservação do solo, da água e estímulo à vida.

A Agricultura Conservacionista preconiza fundamentos que se relacionam com a conservação ambiental na produção de alimentos, fibras e bioenergia, tendo como fundamento básico três conceitos agronômicos que são: (1) o revolvimento mínimo do solo ou plantio direto para o estabelecimento dos cultivos; (2) a manutenção permanente de resíduo vegetal (palha) na superfície do solo e (3) a rotação de culturas (MITCHELL et al., 2012). Com a adoção desses três conceitos agronômicos, o agricultor será um praticante da Agricultura Conservacionista e, dessa maneira, trará benefícios ambientais para sua propriedade e também possibilitará aumento da ‘saúde’ do solo e da água, além de redução dos custos de produção.

No momento da decisão de adotar a Agricultura Conservacionista como sistema de produção agrícola na propriedade, o olericultor expandirá a complexidade de gerenciamento da propriedade, visto que surge a necessidade de se trabalhar com outras espécies vegetais na rotação de culturas com as hortaliças, como plantas de cobertura, cereais como milho, soja e trigo, entre outras, o que exige maior habilidade no manejo dos diferentes cultivos agrícolas.

A recomendação para que se tenha sucesso na implantação da Agricultura Conservacionista é que sempre ao término de um cultivo comercial se faça o descanso da área com planta de cobertura ou, ao menos, sucessão com cultivo de um cereal e posterior cultivo da planta de cobertura (Figura 2).



**Figura 2.** Tremoço (a) e milho (b): plantas de cobertura para rotação com hortaliças. Foto: Branco, R. B. F. (2018).

Porém, sempre devem ser utilizadas plantas de cobertura entre um a três cultivos comerciais, dependendo da espécie olerícola. Dessa maneira, sempre haverá reposição de material orgânico de elevada qualidade produzido no local de cultivo, sem que haja necessidade de custo adicional de compra e transporte para aporte de matéria orgânica no sistema produtivo. Na olericultura é comum a utilização de resíduos da indústria como casca de amendoim, bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, entre outras, as quais geram custos como mencionado acima. As plantas de cobertura, além da proteção superficial do solo, têm o sistema radicular que favorece o sistema, ao contrário das coberturas tradicionalmente adquiridas no cultivo de hortaliças, as quais ainda podem trazer sementes de plantas daninhas, pragas e doenças.

## **2. PRÁTICAS AGRONÔMICAS PARA SUCESSO DA TECNOLOGIA**

### **2.1. Métodos de preparo do solo e estabelecimento dos cultivos**

No estabelecimento dos cultivos comerciais o plantio direto, o preparo mínimo do solo, o plantio em nível, o terraceamento em nível e o direcionamento adequado do escoamento da água pluvial na propriedade reduzem significativamente o processo erosivo do solo, o assoreamento e a eutrofização dos recursos hídricos.

Na Agricultura Conservacionista os principais sistemas utilizados para o preparo do solo são o preparo mínimo e o plantio direto. O preparo mínimo do solo é caracterizado por manter ao menos 70% da área sem revolvimento do solo e favorecer assim a manutenção estrutural e os resíduos vegetais remanescentes que são desejados para o sucesso da Olericultura Conservacionista. O plantio direto é feito com a abertura de um pequeno sulco para deposição de adubos, sementes ou mudas, mantendo-se a palha integralmente sobre a superfície do terreno. Dessa forma são necessários implementos agrícolas que realizem as operações em condições de palha na superfície do solo, como o plantio direto das hortaliças ou, pelo menos, o cultivo mínimo com preparo localizado na linha de plantio para a implantação dos cultivos comerciais.

#### **2.1.1. Semeadura das plantas de cobertura**

É importante ressaltar que dois processos são preponderantes para o estabelecimento de rotação de culturas no sistema conservacionista com plantio direto. No primeiro processo é realizada a semeadura das plantas de cobertura ou de cultura de cereais e oleaginosas que serão introduzidas como rotação de culturas com as hortaliças, além do propósito da formação da palha na superfície do solo para o plantio

direto das hortalças. Para isso é necessário semeadora, provida de disco de corte, que faça a semeadura direta sobre a palha remanescente na superfície do solo.

No mercado de implementos agrícolas é possível encontrar possibilidades que atendam à necessidade de pequenos a grandes produtores que desejam praticar a Olericultura Conservacionista. Para pequenos produtores há disponibilidade de semeadoras de plantio direto de uma ou duas linhas, que podem ser acopladas a microtratores e que realizam a semeadura com alta eficiência. Para médios e grandes produtores as possibilidades são maiores devido à tecnologia de plantio direto já consagrada para cultivos de grãos, o que torna acessível aos produtores de hortalças que desejam rotacionar cultivos hortícolas com plantas de cobertura ou cultivo de cereais (Figura 3).



**Figura 3.** Implemento para pequenos produtores para semeadura em plantio direto sobre a palha de cereais e plantas de cobertura (a, b) e semeadora de médio porte para plantio direto sobre a palha (c, d). Foto: Branco, R. B. F. (2021).

Há também a possibilidade de semeadura a lanço de plantas de cobertura, o que facilita o processo, porém aumenta a quantidade de sementes utilizada para que se tenha estande adequado de plantas. Depois da semeadura é necessário que se faça uma leve incorporação das sementes no solo para favorecer a germinação, mas com o mínimo revolvimento da superfície do solo.

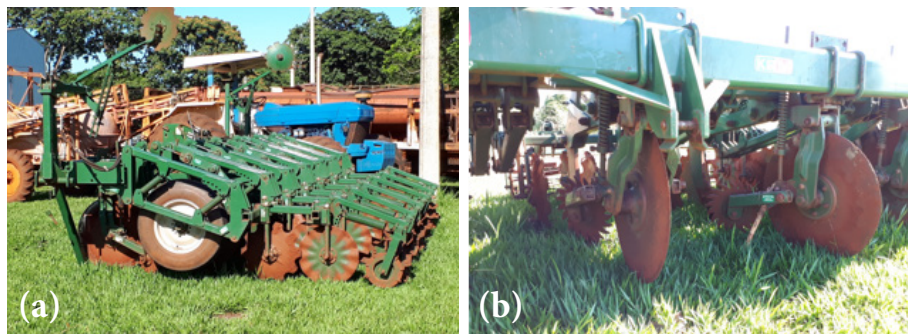
### **2.1.2. Transplântio das mudas de hortaliças**

No segundo processo são necessários métodos que possibilitem o transplântio das mudas de hortaliças sobre a palha produzida pela cultura antecessora. No contexto conservacionista, o produtor pode utilizar técnicas/métodos que vão desde o transplântio manual, com a abertura de covas com ferramentas que permitam o coveamento localizado como enxadas e enxadões manuais, até o transplântio mecânico com transplantadoras modernas que são providas de disco cortante de palha e que conseguem realizar o transplântio sobre a palha mantida na superfície do solo (Figura 4).



**Figura 4.** Transplantadoras de mudas de hortaliças adaptadas com disco de corte de palha para plantio direto na palha. Transplântio de alface (a, b), do tomateiro (c) e detalhe do disco corta palha (d). Foto: Branco, R. B. F. (2018).

Quando se pretende realizar o preparo mínimo do solo nas linhas de cultivos hortícolas existe a possibilidade de equipamentos que fazem com sucesso esse preparo localizado. Dessa maneira, implementos providos com disco de corte de palha e haste escarificadora ou subsoladora são eficientes em descompactar localmente o solo e favorecer o estabelecimento e crescimento das plantas na linha de cultivo (Figura 5).



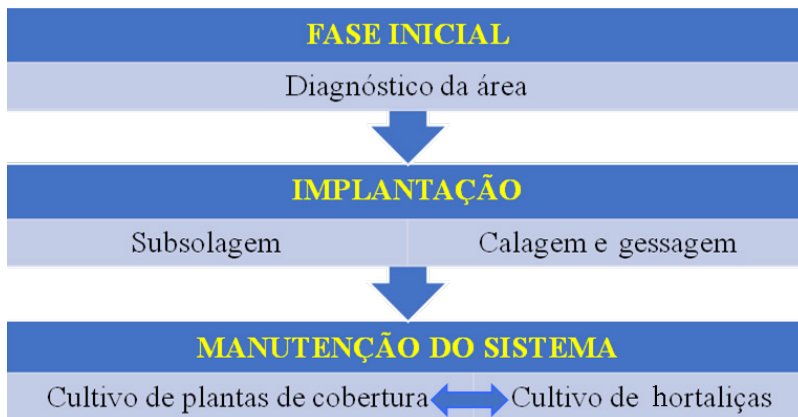
**Figura 5.** Implemento de preparo mínimo na linha de plantio com 6 linhas (a). Detalhe do disco corta palha de 20° e dos discos posteriores de 14° para preparo na linha de plantio (b). Foto: Branco, R. B. F. (2021).

### **3. ESTABELECIMENTO DA OLERICULTURA CONSERVACIONISTA**

No estabelecimento da olericultura conservacionista é de extrema importância a realização de um diagnóstico completo da área a ser cultivada, levando-se em consideração o tipo de solo, topografia, fertilidade química e grau de compactação do solo. A correção do solo por meio de calagem e a descompactação por subsolagem devem ser realizadas, se necessário, no início da implantação do sistema. Desse momento em diante o ideal é que não sejam realizadas intervenções mecânicas com implementos agrícolas que causam o revolvimento e a desestruturação do solo para o estabelecimento dos cultivos. A recomendação para calagem, quando necessária, é que seja feita superficialmente sem a incorporação do calcário no solo.



Assim, o mecanismo de cultivo com princípios conservacionistas seria:



É importante considerar que na olericultura existe uma elevada diversidade de culturas com exigências e sistemas de cultivo distintos. Desse modo, não há um padrão que se adeque a todas as hortaliças, assim as especificidades de cada hortaliça devem ser levadas em consideração para implementar o cultivo conservacionista. No caso das hortaliças folhosas, em geral são cultivadas por produtores familiares com área reduzida para conciliar a rotação com plantas de cobertura e a manutenção da sequência de produção necessária para atender o mercado consumidor. Nesse caso, recomenda-se que a área seja dividida em talhões para inclusão das plantas de cobertura dentro do planejamento de produção.

Na tabela 1 estão relacionadas algumas opções de espécies de plantas de cobertura que podem ser cultivadas em rotação com as hortaliças. Para maiores informações a respeito das plantas de cobertura consultar o Boletim Técnico 249 da CATI - Adubação Verde no Estado de São Paulo (WUTKE et al., 2009). É importante ressaltar que a escolha da planta de cobertura pode determinar o sucesso ou o fracasso do sistema. Plantas de cobertura hospedeiras de nematoides, por exemplo, reduzem

o potencial produtivo da hortaliza suscetível cultivada em sequência. Portanto, é importante estudar as características das plantas de cobertura e se são hospedeiras de pragas, doenças ou nematoides dos quais a olerícola a ser cultivada posteriormente também pode ser hospedeira. Por outro lado, plantas de cobertura também podem ser antagonistas de pragas, doenças e nematoides e, conseqüentemente, auxiliar no seu combate. A mistura (mix) de duas ou mais plantas de cobertura na rotação de culturas é uma prática que tem sido bastante adotada pelos agricultores. A grande vantagem é a do aumento da biodiversidade, fato que melhora significativamente a fertilidade do solo e reduz problemas de patógenos e nematoides do solo. A recomendação, quando se faz semeadura de ‘mix’ de plantas de cobertura, é que se utilize 50% da quantidade da recomendação técnica de cada espécie.

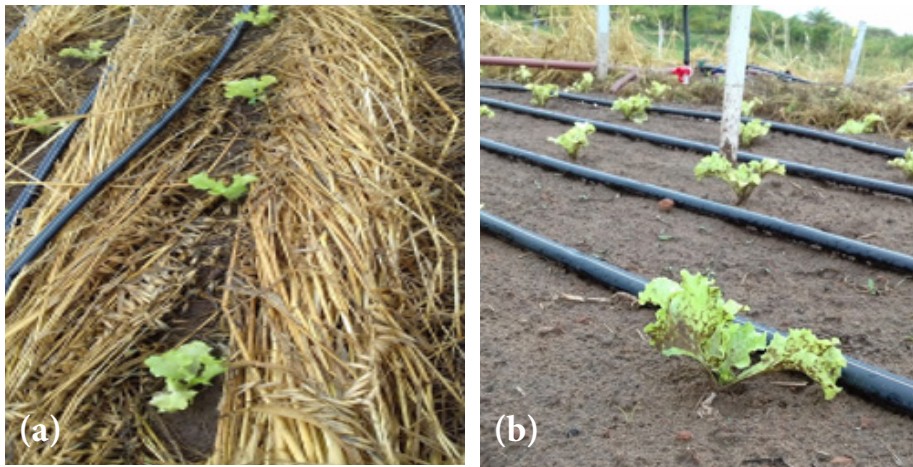
**Tabela 1.** Relação de algumas espécies de plantas de cobertura para rotação com cultivos hortícolas

Nome comum	Família	Semente (kg ha <sup>-1</sup> )
primavera - verão		
<i>Crotalaria juncea</i>	Leguminosae	25
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Leguminosae	6
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Leguminosae	12
Mucuna anã	Leguminosae	80
Mucuna cinza	Leguminosae	70
Mucuna preta	Leguminosae	60
Feijão-de-porco	Leguminosae	100
Feijão guandu anão	Leguminosae	35
Milheto	Gramineae	12
Sorgo forrageiro	Gramineae	7
Trigo mourisco	Polygonaceae	90
outono - inverno		
Tremoço	Leguminosae	40
Aveia preta	Gramineae	55
Aveia branca	Gramineae	55
Nabo forrageiro	Brassicaceae	12

### 3.1. Exemplos de cultivos hortícolas em sistema conservacionista

São diversas as espécies de hortaliças que têm sido cultivadas com a utilização de tecnologia da Agricultura Conservacionista. A alface é um exemplo em que os produtores têm tido sucesso, principalmente pela questão da proteção do solo em períodos chuvosos (HIRATA et al., 2015). A proteção exercida pela palha também proporciona melhoria significativa na qualidade das folhas comerciais devido à proteção contra os respingos das chuvas que danificam as folhas baixas e depreciam o produto comercial em condição de solo sem proteção (Figura 6). Assim a tecnologia resulta em menor tempo gasto com a pós-colheita, onde são retiradas as folhas danificadas e as plantas são lavadas e embaladas.

Desse modo, a colheita das plantas livres de terra resulta em economia de tempo e mão de obra, a qual pode ser direcionada para outras atividades na propriedade.



**Figura 6.** Alface cultivada em plantio direto sobre *Avena sativa* (a) com folhas limpas após chuva intensa e no mesmo local, em cultivo convencional, com folhas sujas pela terra proveniente do respingo da chuva (b). Foto: Hirata, A. C. S. (2019).

Os princípios da Agricultura Conservacionista também têm sido aplicados com bastante sucesso no cultivo do tomateiro, quer seja estaqueado para consumo in natura ou rasteiro para produção industrial.

O cultivo de brócolis também é bastante interessante para entrar no esquema da rotação de algumas culturas, uma vez que se adapta muito bem ao sistema conservacionista e também por produzir compostos sulfurados, os quais favorecem a supressão de patógenos de solo que podem impactar negativamente os cultivos de tomate e alface (Figura 7).



**Figura 7.** Cultivo de hortaliças com princípios conservacionistas: alface em plantio direto sobre palha de milho (a, b); cultivo estaqueado e rasteiro do tomateiro (c, d) e cultivo de brócolis em plantio direto em rotação com tomateiro (e, f). Foto: Branco, R. B. F. (2019).

A figura 8 mostra a facilidade de transplântio da cultura da cebola em canteiros após cultivo em linha de *C. juncea*. Na colheita se observa que a palha forma uma densa camada sobre o solo, a qual auxilia na proteção dos bulbos do contato direto com a terra, além de todas as vantagens já mencionadas da tecnologia. Nesse caso, o transplântio foi realizado manualmente, mostrando que o cultivo conservacionista pode ser adaptado a pequenas áreas.



**Figura 8.** Cebola transplantada em canteiros após cultivo de *Crotalaria juncea* (a) e no momento da colheita (b). Foto: Hirata, A. C. S. (2017).

## **4. BENEFÍCIOS AGROAMBIENTAIS DA PRÁTICA DA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

### **4.1. Redução da perda de solo por erosão**

Desde que adotadas as práticas da Agricultura Conservacionista, os produtores de hortaliças estarão promovendo diversos benefícios em

seu ambiente de cultivo. O fato de manter a integridade do solo por não realizar o preparo convencional já proporciona grande benefício ambiental, com redução em torno de 90% do processo erosivo de perda de solo e dessa forma alcançar a preservação da qualidade dos recursos hídricos, evitando a contaminação, assoreamento e eutrofização.

No caso de espécies que são cultivadas em canteiros, os processos erosivos são mais impactantes. Em geral, os canteiros são utilizados no cultivo de folhosas, visando facilitar os tratos culturais que são intensivos, assim como a colheita (questão de ergonomia do agricultor), atividades realizadas manualmente, além de promover melhor drenagem. Nesse caso, as plantas de cobertura podem ser cultivadas nos canteiros, o que reduz drasticamente as perdas por erosão no cultivo em sequência. Na figura 9 pode-se visualizar experimento evidenciando a proteção do solo exercida pela *Urochloa ruziziensis* em relação ao tratamento sem cobertura, o qual apresenta processo erosivo.



**Figura 9.** Canteiro preservado com plantio direto de alface sobre *U. ruziziensis* (canteiro abaixo na imagem) e sem cobertura vegetal com processo erosivo (canteiro acima na imagem). Foto: Hirata, A. C. S. (2020).

## 4.2. Aumento da fertilidade do solo

Quando a fertilidade do solo é analisada, deve prevalecer uma visão holística do bem de produção agrícola. Por isso, em termos de fertilidade devem ser englobados os três conceitos que são o químico, devido ao pH e a composição de nutrientes, o físico que é o estado de compactação, densidade, estrutura e textura do solo e, por fim, o biológico que é a composição da vida do solo com presença de macro e microrganismos, enzimas e compostos orgânicos de determinado solo.

Quando é mantida a integridade estrutural do solo pelo plantio direto ou preparo mínimo, preservando-se, conseqüentemente, resíduos vegetais na superfície do solo, além da rotação de culturas, inevitavelmente, esse processo resulta em um ambiente propício para elevar a fertilidade do solo das três arestas dos conceitos de fertilidade (químico, físico e biológico), devido principalmente ao aumento da matéria orgânica e carbono do solo, que é a sua principal fonte de energia e fundamental para a vida e a fertilidade do solo (BRANCO et al., 2015).

A rotação de culturas com plantas de cobertura é fundamental para realização da função biológica de ciclagem de nutrientes no sistema de produção. Quando se cultiva plantas de cobertura após cultivos hortícolas acontecerá a recuperação dos nutrientes que estavam em processo de lixiviação para perfis mais profundos do solo, devido à absorção de nutrientes pelas raízes e o transporte para a parte aérea e, posteriormente, serão depositados na superfície do solo ao término do ciclo de cultivo das plantas de cobertura (BRANCO et al., 2013). Por fim, esses nutrientes serão reaproveitados pelos cultivos hortícolas na sequência do processo produtivo. A fixação pela fotossíntese e a incorporação do carbono no sistema solo é de grande relevância para elevar a matéria orgânica e a fertilidade do solo.

Na olericultura isso é mais impactante ainda, visto que há a questão da irrigação constante e da alta quantidade de fertilizantes, aliada ao sistema radicular mais superficial de grande parte das hortaliças, portanto se verifica elevado potencial de perda de nutrientes. Na figura 10 pode-se visualizar o cultivo de *U. decumbens* em canteiros após dois cultivos sucessivos de alface sobre *A. sativa*, o que propicia a reciclagem constante de nutrientes na área de produção.



**Figura 10.** Canteiro após dois cultivos sucessivos de alface em plantio direto sobre *Avena sativa* com posterior cultivo de *Urochloa decumbens*, visando a reciclagem de nutrientes. Foto: Hirata, A. C. S. (2020).

O crescimento radicular também promove a descompactação do solo (biodescompactação) devido à criação de micro e macroporos, melhorando a estrutura e a porosidade do solo. Outro benefício essencial do sistema radicular no ambiente de cultivo é o processo de exsudação de metabólitos orgânicos pelas raízes. Esses metabólitos exsudados pelas raízes como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, enzimas,



vitaminas e ácidos nucleicos são fundamentais para a sobrevivência e atividade biológica de microrganismos (fungos e bactérias) residentes na rizosfera das plantas.

A presença ativa desses microrganismos na rizosfera forma uma simbiose a qual a planta se beneficia em termos de crescimento e nutrição, devido à produção de alguns metabólitos pelos microrganismos como hormônios (auxinas e citocininas), que são aproveitados pelas plantas para seu crescimento e também pela expansão ativa da superfície do sistema radicular devido à presença de filamentos dos fungos micorrízicos que auxiliam na absorção de nutrientes. Há de se relevar também a fixação biológica do nitrogênio (FBN) da atmosfera realizado por bactérias do gênero *Rhizobium* que vivem em relações simbióticas com raízes de plantas leguminosas, sendo que as plantas fornecem nutrientes e energia às bactérias e as bactérias fornecem amônia às plantas (BRANCO et al., 2017). Dessa forma é de extrema importância sempre manter o solo com o sistema radicular ativo e em crescimento para que se consiga sucesso no cultivo de microrganismos in loco no sistema de produção.

Outra informação importante no tocante à efetividade do sistema radicular como condicionador de vida no solo é de que cada espécie exsuda determinados tipos e quantidades diferentes de substâncias orgânicas, o que vai alimentar diferentes espécies de microrganismos e assim criar um ambiente de biodiversidade micro e macrobiológica no sistema de produção agrícola (Figura 11). Nesse sentido, a diversificação das plantas no sistema de produção, como o consórcio de plantas de cobertura ou mesmo um “mix” de espécies, favorecem a vida no solo.



**Figura 11.** Solo com elevada fertilidade biológica com práticas da Agricultura Conservacionista para cultivo de hortaliças. Micélio e frutificação de fungos (a, b); presença de minhocas (c, d). Foto: Branco, R. B. F (2020).

Uma tecnologia agronômica que favorece a diversidade de espécies em uma mesma área agrícola é o cultivo intercalar, que possibilita cultivar duas ou mais espécies no mesmo espaço e tempo. Assim, o cultivo de hortaliças em consórcio com plantas de cobertura é uma possibilidade de aumentar a biodiversidade do ambiente e, conseqüentemente, melhorar a resiliência do cultivo com relação ao ataque de pragas e doenças.

Para a correta adubação dos cultivos hortícolas no sistema conservacionista sugere-se que seja realizada de acordo com o resultado da análise química do solo e baseada nas recomendações técnicas do

Boletim Técnico 251 da CATI (TRANI et al., 2018), no caso do estado de São Paulo. Para outros estados, seguir a recomendação técnica de fertilização pertinente a cada região.

### **4.3. Reserva hídrica do solo**

O fluxo hídrico de uma determinada área agrícola é regido pela pluviosidade, irrigação e evapotranspiração do cultivo. Assim, a entrada da água no sistema de produção se dá pelas chuvas e irrigação, ao passo que a saída se dá pela evapotranspiração (transpiração das plantas e evaporação do solo). As hortaliças são espécies de ciclo rápido e muito sensíveis ao estresse hídrico, o que demanda muita atenção com o fornecimento de água durante o ciclo de cultivo. O solo é um reservatório natural de água muito expressivo e esse armazenamento está diretamente relacionado com sua estrutura e composição textural das proporções de areia, silte e argila. De forma contextual solos arenosos têm menor capacidade de armazenamento de água, porém drenam com maior facilidade, ao passo que solos argilosos armazenam mais água e drenam com menos eficiência que os arenosos. Conceitualmente as espécies olerícolas preferem solos com boa drenagem, assim os cultivos são bastante frequentes em solos arenosos e, portanto, requerem maior atenção com o fornecimento de água para que se evite estresse hídrico e comprometimento da produtividade e qualidade do cultivo.

A base tecnológica da Olericultura Conservacionista proporciona ambiente favorável ao armazenamento de água no solo. O plantio direto ou preparo mínimo do solo mantém a estrutura adequada do solo para que se reduza a evaporação de água devido à manutenção da integridade da porosidade (macro e microporos), dos agregados e da matéria orgânica do solo (ARAÚJO et al., 2019). Mantendo-se a integridade da

porosidade do solo por meio do plantio direto consegue-se aumentar a eficiência da infiltração da água no solo, elevando os níveis do lençol freático e reduzindo perdas de solo pelo escoamento superficial (erosão laminar), assoreamento, eutrofização (aumento dos nutrientes na água provenientes de fertilizantes) e contaminação de recursos hídricos. Relatos de produtores de hortaliças que realizam técnicas da Agricultura Conservacionista sinalizam a grande eficiência da infiltração de água no solo, que facilita a entrada de maquinários e tratores culturais, mesmo em período chuvoso, e também da redução expressiva de perda do solo por erosão.

A manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo contribui significativamente para reduzir a evaporação e manter o solo com maior umidade para os cultivos olerícolas, fato que possibilita a redução da irrigação e do consumo de energia para os cultivos. Estudos relatam aumento de 25% de água no solo em sistemas conservacionistas em relação ao preparo convencional do solo. No entanto, quanto maior a quantidade de palha na superfície do solo, maior será a eficiência em reduzir a evaporação e assim manter o reservatório de água no solo (Figura 12).



**Figura 12.** Cobertura orgânica na superfície do solo reduzindo a evaporação de água do solo. Foto: Branco, R. B. F (2019).

No contexto do manejo de irrigação em sistema conservacionista recomendam-se as mesmas metodologias previstas para o cultivo convencional, com utilização de dados meteorológicos e das fases de cultivo. Existem também sensores de umidade do solo e tensiômetros que são indispensáveis para adequado manejo da irrigação.

#### **4.4. Supressão de plantas daninhas**

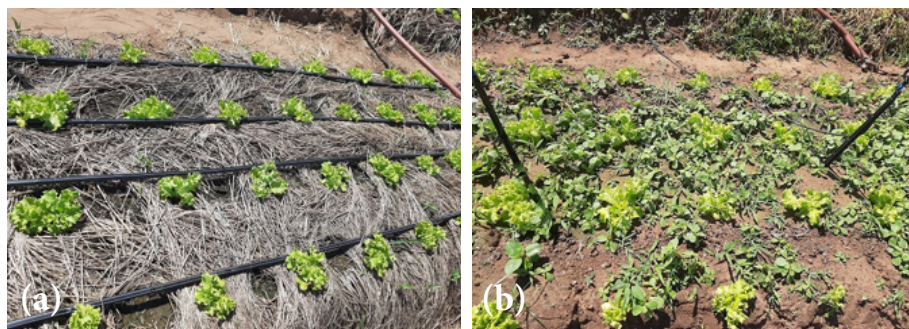
A adoção da Olericultura Conservacionista contribui para redução do estabelecimento de plantas daninhas na área de cultivo olerícola. Esse fato é resultado do não revolvimento do solo, da rotação de culturas (principalmente com plantas de cobertura) e manutenção permanente de resíduos vegetais na superfície do solo. O não revolvimento ou o revolvimento mínimo do solo para estabelecimento dos cultivos reflete na redução da germinação de sementes que estão presentes no perfil mais profundo do solo, fato que colabora com a redução da multiplicação e do estabelecimento das plantas daninhas na área de cultivo. Assim, quanto mais tempo a área permanecer sem revolvimento do solo e, conseqüentemente, evitar a inversão do banco de sementes para a camada mais superficial do solo, melhor será o resultado na supressão das plantas daninhas (BRANCO et al., 2021).

A rotação de culturas com plantas de cobertura favorece a redução das plantas daninhas, pois o crescimento vigoroso inibe o seu estabelecimento devido ao ganho na competição principalmente pela luz. Espécies comerciais como o milho, arroz e cevada, cultivadas em rotação com hortaliças também contribuem significativamente para supressão de plantas daninhas. Espécies gramíneas como sorgo e milheto têm grande habilidade agronômica no sentido do manejo ecológico de plantas daninhas devido ao rápido e vigoroso crescimento

vegetativo. Ressalta-se que o sorgo tem grande habilidade em supressão de plantas daninhas devido à produção do sorgoleone, que é uma substância alelopática produzida pelo sorgo presente principalmente na raiz da planta.

Por isso, a rotação com o sorgo deve ser bem planejada para evitar algum efeito alelopático na cultura comercial posterior. Entre espécies leguminosas a *Crotalaria juncea* se destaca no quesito de controle ecológico de plantas daninhas, atribuído ao seu rápido e vigoroso crescimento vegetativo.

É importante ressaltar que a formação de densa e homogênea camada de palha é fundamental para o controle de plantas daninhas nesse sistema. A palha forma uma barreira que reduz a passagem de luz e dificulta a emergência de plantas daninhas, especialmente as que possuem poucas reservas em suas sementes para ultrapassar essa barreira (HIRATA et al., 2021). Na figura 13 é possível verificar o controle praticamente total das plantas daninhas no cultivo de alface sobre *Urochloa ruziziensis* comparado ao cultivo convencional, onde o solo foi revolvido (HIRATA et al., 2018).



**Figura 13.** Canteiro com plantio direto de alface sobre *Urochloa ruziziensis* sem plantas daninhas (a) e cultivo convencional com elevada infestação (b), ambos no segundo cultivo consecutivo de alface. Foto: Hirata, A. C. S. (2020).

Um ponto importante para boa formação da palha na superfície do solo é o momento da terminação das plantas de cobertura, onde geralmente se utiliza roçadeiras ou manejo químico para tal finalidade (HIRATA et al., 2014). No entanto, estudos indicam que a terminação das plantas de cobertura com ‘rolo faca’ possibilita melhor deposição e formação do “mulching” orgânico na superfície do solo, com cobertura homogênea e com maior impedimento da luz na superfície do solo, o que reduz a germinação das espécies de plantas daninhas (Figura 14).



**Figura 14.** Rolo faca na terminação mecânica de plantas de cobertura, no caso o sorgo, para plantio direto de tomate sem utilização de herbicida. Foto: Branco, R. B. F. (2018).

Assim, as opções de terminação mecânica das plantas de cobertura permitem aos agricultores reduzirem ou mesmo eliminarem aplicação de herbicidas em seus cultivos em manejo da Agricultura Conservacionista.

#### **4.5. Redução ou eliminação de insumos químicos para cultivo de hortícolas**

À medida que se estabelecem os princípios conservacionistas em determinada área de cultivo, os resultados favoráveis começam a

florescer na linha do tempo. Com isso será perceptível a melhoria na ‘saúde do solo’ e conseqüentemente na ‘saúde da planta’. Dessa maneira, se tornará cada vez mais possível a redução ou mesmo a eliminação de insumos químicos como fertilizantes e defensivos químicos, reduzindo dessa forma a ‘pegada carbônica’ e os custos de produção. Há exemplos de produtores de tomate que não utilizam defensivos químicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas) em suas lavouras, fato relacionado à melhoria do ambiente pela adoção de técnicas da Agricultura Conservacionista e também pela adoção do controle biológico e fitoterápico de pragas e doenças, e mecânico, de plantas daninhas (Figura 15). Isso é possível devido à diversidade de espécies e manejo ecológico do solo, o que resulta em maior equilíbrio do sistema de produção.



**Figura 15.** Tomateiro cultivado com práticas da Agricultura Conservacionista, com controle biológico e fitoterápico de pragas e doenças e manejo mecânico de plantas daninhas. Foto: Branco, R. B. F (2021).



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à grande complexidade e heterogeneidade do cultivo de hortaliças onde existem diversas possibilidades de tecnologias e sistemas de produção, aliados à especificidade de cada espécie cultivada, torna-se difícil estabelecer conceitos padronizados para exploração hortícola. Cultivos hortícolas como do tomateiro e melancia são praticados por agricultores itinerantes que são arrendatários de terra e que exploram momentaneamente determinada área para cultivo agrícola, fato que dificulta a adoção de sistemas conservacionistas em longo prazo. Cultivos que são realizados em canteiros como alface, beterraba, alho e cenoura também têm suas tecnologias estabelecidas, mas com grande possibilidade de se converterem ao sistema conservacionista.

As possibilidades de o produtor agrícola receber benefícios por pagamento de serviços ambientais é uma realidade. Então, a visão holística da propriedade que envolva gestão de recursos naturais integrada com a produção agrícola é extremamente importante para pontuação na captação de recursos nesse sentido. Por isso, além de partir de princípios de respeito ao Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2011), que rege a conservação dos biomas nacionais pela Reserva Legal e das margens dos recursos hídricos de cada propriedade pela conservação de áreas de preservação permanente (APP), métodos da Agricultura Conservacionista são de suma importância para alcançar a estabilidade ambiental na produção agrícola. Com toda essa metodologia conservacionista de exploração agrícola, o agricultor terá maiores possibilidades de alcançar a sustentabilidade da produção, de se certificar por boas práticas agrícolas por órgãos especializados como o Global Good Agricultural Practices (GLOBALG.A.P.) e Regenerative Organic Certified (ROC™), além de certificações de agricultura orgânica como o Instituto Biodinâmico (IBD), assim como de captar recursos

por pagamentos de serviços ambientais (PSA) do programa do governo federal brasileiro. No entanto, ressalta-se que o mais importante de todo o desenvolvimento e crescimento da Agricultura Conservacionista é a garantia de um ambiente equilibrado de produção agrícola, com sustentabilidade e resguardado para futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. S.; BRANCO, R. B. F.; MORAES, C. C.; CALORI, A. H.; RÓS, A. B.; PURQUERIO, L. F. V. Watermelon cultivation in regeneration areas of a sugarcane field under different soil management. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e00039, 2019.

BRANCO, R. B. F.; BOLONHEZI, D.; SALLES, F. A.; BALIEIRO, G.; SUGUINO, E.; MINAMI, W. S.; NAHAS, E. Soil properties and tomato agronomic attributes in no-tillage in rotation with cover crops. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 184-190, 2013.

BRANCO, R. B. F.; NOWAKI, R. H. D.; SALLES, F. A.; BOLONHEZI, D.; GUALBERTO, R. Soil properties and agronomic performance of watermelon grown in different tillage and cover crops in the southeastern of Brazil. **Experimental Agriculture**, v. 51, p. 299-312, 2015.

BRANCO, R. B. F.; BLAT, S. F.; GIMENES, T. G. S.; NOWAKI, R. H. D.; ARAÚJO, H. S.; SALLES, F. A. Nitrogen fertilization of vegetables cultivated under no-tillage after cover crops. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 103-110, 2017.

BRANCO, R. B. F.; CARVALHO, F.; OLIVEIRA, J. P.; ALVES, P. L. C. Strategies to terminate summer cover crops for weed management in no-tillage vegetable production in southeast Brazil. **Weed Science**, v. 70, p. 112-119, 2021.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; GUIMARÃES, E. C.; RÓS, A. B.; MONQUERO, P. A. Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. **Bragantia**, v. 73, p. 178-183, 2014.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; BARRIONUEVO, R. M.; MONQUERO, P. A. Manejo de milho para plantio direto de alface no verão com ou sem levantamento de canteiros. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 398-403, 2015.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; CAMARA, J. A. R. Adaptability of lettuce cultivars to planting in no-tillage on straw of *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 824-832, 2018.

HIRATA, A. C. S.; MONQUERO, P. A.; HIRATA, E. K. Sustainable weed management in a lettuce growing conservationist system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, p. 1364-1371, 2021.

MITCHELL, J. P.; SINGH, P. N.; WALLENDER, W. W.; MUNK, D. S.; WROBLE, J. F.; HORWATH, W. R.; HOGAN, P.; ROY, R.; HANSON, B. R. No-tillage and high-residue practices reduce soil water evaporation. **California Agriculture**, v. 66, p. 55-61, 2012.

TRANI, P. E.; van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; FIGUEIREDO, G. J. B. **Hortaliças**: recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. Campinas: CATI, 2018. 88 p. (Boletim Técnico, 251)

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

**Instituto Agrônomo**  
Av. Barão de Itapura, 1.481  
13020-902 - Campinas (SP) BRASIL  
Fone: (19) 2137-0600

[www.iac.sp.gov.br](http://www.iac.sp.gov.br)



Secretaria de  
**Agricultura e Abastecimento**



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO