Ano XXV / Nº 159 / ISSN 1518-3165 / R$ 45,00

Cultivar Hortaliças e Frutas®

Revista de Defesa Vegetal • revistacultivar.com.br



Parasita em ascensão

Aumento da incidência do nematoide-das-galhas causa preocupação aos cebolicultores; antes subestimado, *Meloidogyne* spp. é alvo de estudos a fim de evitar propagação e crescimento de danos e prejuízos

TRATORES PARA O TAMANHO DO BRASIL



25 A 95 CV

SIMPLES. FORTE. PARA O BRASIL

PREET

CNT COMPANHIA NACIONAL DE TRATORES

www.preet.com.br

*Imagens meramente ilustrativas.

Expediente

Grupo Cultivar de Publicações Ltda.
CNPJ: 02783227/0001-86
Insc. Est. 093/0309480
Rua Sete de Setembro, 160
Pelotas – RS • 96015-300

revistacultivar.com.br
contato@grupocultivar.com

Assinatura anual (6 edições*): R$ 289,90
Números atrasados: R$ 45,00

FUNDADORES

Milton de Sousa Guerra (*in memoriam*)
Newton Peter
Schubert Peter

- Diretor
  Newton Peter

REDAÇÃO

- Editor
  Schubert Peter
- Redação
  Rocheli Wachholz
  Nathianni Gomes
- Redator
  Rogério Nascente
- Design Gráfico e Diagramação
  Cristiano Ceia
- Revisão
  Aline Partzsch de Almeida

COMERCIAL

- Coordenação
  Charles Ricardo Echer
- Vendas
  Sedeli Feijó
  Ariadne Fuentes
  Marília von Pfeil

CIRCULAÇÃO

- Coordenação
  Simone Mendes
- Assinaturas
  Natália Rodrigues

Nossos Telefones: (53)
• Assinaturas 3028.2000
• Comercial e Redação 3028.2075

revistacultivar.com.br
instagram.com/revistacultivar
facebook.com/revistacultivar
youtube.com/revistacultivar
x.com/revistacultivar

Editorial

O problema começa onde quase ninguém vê. Debaixo da terra. Na cebola, o nematoide-das-galhas ganhou espaço entre as preocupações dos produtores. Durante anos, a cultura recebeu pouca atenção diante de Meloidogyne *spp. Levantamentos em diferentes regiões mostram a necessidade de rever essa percepção.*

A matéria de capa desta edição acompanha essa mudança. O parasita ataca as raízes, reduz a absorção de água e nutrientes e compromete o desenvolvimento das plantas. Em infestações elevadas, os bulbos perdem calibre, uniformidade e qualidade comercial. O desafio aumenta diante das pequenas dimensões das galhas. Os sintomas podem se confundir com deficiências nutricionais e outros estresses.

Na macieira, outro problema fitossanitário exige atenção. O cancro europeu, causado por Neonectria ditissima*, compromete ramos e frutos e preocupa produtores do Sul do Brasil. Em Santa Catarina, a proporção de unidades produtivas com registro da doença passou de 5,8% para 40,8% em dez safras. A disseminação por esporos e material vegetal infectado amplia os riscos. O manejo exige identificação precoce, monitoramento e medidas para conter o avanço da doença nos pomares.*

No pessegueiro, a produtividade depende de equilíbrio. Irrigação, manejo de plantas daninhas e poda interferem uns nos outros. A água precisa acompanhar a fase da cultura. A competição no solo precisa cair nos momentos críticos. A poda organiza a copa, melhora a entrada de luz e favorece operações de manejo. O resultado nasce da combinação dessas decisões.

Na batata, a pauta muda de escala. Estudos sobre pegada de carbono colocam preparo do solo, fertilizantes, irrigação, defensivos, colheita e transporte dentro da mesma conta. O objetivo consiste em identificar as principais fontes de emissões de gases de efeito estufa e buscar formas de reduzi-las. Eficiência no uso de energia, água e insumos pode trazer ganhos ambientais e econômicos.

Esses assuntos e muito mais nas próximas páginas. Boa leitura!

Índice

04 Mundo Agro
05 Consórcio entre trufas e noz-pecã
08 Tratos culturais nos pessegueiros
11 Pegada de carbono da cultura da batata
15 Cancro europeu na macieira
18 **Capa** - Manejo integrado do nematoide-das-galhas em cebola
22 Cultivo de morangueiro
27 Biotecnologia e regeneração do solo
30 Manejo de insetos resistentes no tomateiro

Nossa capa



Jorge Bleno da Silva Verssiani

Aumento da incidência do nematoide-das-galhas causa preocupação aos cebolicultores; antes subestimado, *Meloidogyne* spp. é alvo de estudos

BASF

A **BASF** anunciou nova estrutura organizacional com foco nos clientes e nos sistemas de cultivo, o modelo que entra oficialmente em vigor em 1º de janeiro de 2027. No Brasil, **Marcelo Batistela** assume como vice-presidente sênior de Negócios e diretor-geral da BASF Soluções para Agricultura.



Syngenta

A **Syngenta** nomeou **Massimo Enzo** para o cargo de vice-chefe global de Marketing para Sementes de Hortaliças. Com mais de 30 anos de experiência no setor, o executivo construiu a maior parte da carreira na empresa, onde ocupou diferentes posições de liderança.



Papelão amplia conservação de morangos

Pesquisadores do Brasil e da França desenvolveram uma embalagem de papelão ondulado com carvacrol capaz de ampliar de três para nove dias a vida útil de morangos sob refrigeração. O composto, presente no orégano, apresentou ação antimicrobiana e pode favorecer a substituição de embalagens plásticas.

O estudo reuniu cientistas da Embrapa Instrumentação, USP, UFSCar, Unesp e Universidade Grenoble Alpes, na França. A tecnologia combina diferentes papéis de revestimento e uma camada intermediária impregnada com carvacrol. A estrutura controla a liberação do composto no ambiente próximo aos frutos.

Os pesquisadores avaliaram 120 morangos da cultivar San Andreas, produzidos em Bom Repouso, Minas Gerais. Os frutos permaneceram em bandejas de papelão ativo durante nove dias, sob temperatura próxima de dez graus Celsius.

Ensaios em laboratório mostraram inibição de *Rhizopus stolonifer*, fungo associado à podridão-mole. O efeito permaneceu após 14 dias de armazenamento do material ao ar livre, em temperatura ambiente.

Os morangos acondicionados nas embalagens ativas conservaram melhor a cor vermelha, a firmeza da polpa, a acidez e os sólidos solúveis durante o armazenamento, o que retardou o envelhecimento natural dos frutos.

Segundo os pesquisadores, a estrutura do revestimento define a duração do efeito antimicrobiano. A próxima etapa prevê estudos sobre a liberação e a difusão do carvacrol no papelão para aprimorar a tecnologia.



Alefe Folha

Nogueira e trufa

A ocorrência de *Tuber floridanum* pode agregar valor aos pomares gaúchos; porém, a colonização das raízes, por si só, não garante a formação de ascomas

A nogueira-pecã (*Carya illinoinensis*) pode produzir por décadas, o que torna importante um planejamento cuidadoso antes da implantação do pomar. Nesse planejamento, devem ser considerados aspectos como as características do solo, o relevo, a drenagem, a disponibilidade de água e a infraestrutura necessária para o manejo e o monitoramento das plantas.

A análise química do solo, por sua vez, orienta a calagem e a adubação, enquanto o exame do perfil do solo em profundidade permite avaliar o espaço disponível para o crescimento das raízes e identificar possíveis limitações, como camadas compactadas, excesso de pedras, lençol freático próximo da superfície ou camadas que dificultem a passagem da água. Essas condições podem limitar o desenvolvimento radicular ou favorecer o encharcamento e, por serem difíceis de corrigir após a implantação do pomar, devem ser identificadas previamente.

Antes do plantio, a calagem deve ser definida com base na análise laboratorial do solo, visando elevar o pH para próximo de 6. Essa correção é importante porque muitos solos do Sul do Brasil são naturalmente ácidos. As deficiências de fósforo, potássio e outros nutrientes também devem ser corrigidas conforme os resultados da análise de solo. O fósforo merece atenção especial, devido à sua baixa mobilidade no terreno. A incorporação do calcário e do fertilizante fosfatado antes do plantio garante melhor distribuição na camada de 0 cm a 20 cm do solo.

Após a implantação do pomar, o calcário aplicado na superfície reage principalmente na camada superficial do solo. As partículas de calcário permanecem próximas ao local de aplicação, podendo alcançar camadas mais profundas, principalmente via bioporos, como canais formados por raízes mortas e pela meso e macrofauna do solo. Por isso, a correção da acidez deve ser realizada conforme recomendação anterior ao plantio. Nas fases subsequentes de crescimento e frutificação, a adubação deve considerar as análises de solo e de folhas, a idade das plantas, a produção esperada e o histórico de aplicações da área.

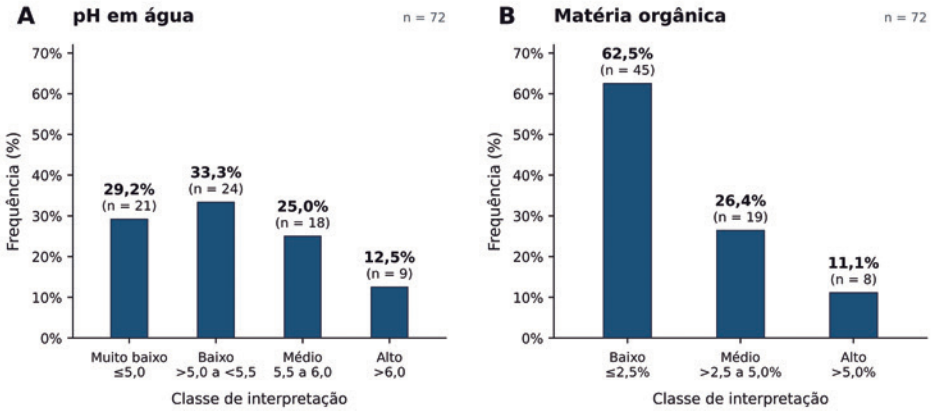
Condição dos pomares

Um levantamento preliminar realizado no Rio Grande do Sul avaliou 72 pontos de amostragem do solo, distribuídos em 14 pomares com dez



Foto Rodrigo F. Ramos

Figura 1 - classes de pH em água (A) e de matéria orgânica (B) em 72 amostras de solo da camada de 0 cm a 20 cm, coletadas em 14 pomares de nogueira-pecã no Rio Grande do Sul. Os valores acima das barras indicam a frequência relativa (%) e o número de amostras por classe



a 15 anos de idade, considerando a camada de 0 cm a 20 cm. Em 62,5% dos pontos, o pH em água foi inferior a 5,5, enquadrando-se nas classes "muito baixo" ou "baixo" (Figura 1A).

Esses resultados reforçam a importância de monitorar periodicamente a acidez e a fertilidade do solo, e de avaliar a necessidade de reaplicação de calcário nos pomares adultos. A demanda por aplicação e a dose de calcário devem ser definidas com base na análise do solo e nas recomendações técnicas para a cultura.

Quanto à textura, 51,4% das amostras apresentaram teor de argila igual ou inferior a 20%. A matéria orgânica foi classificada como baixa, com valores iguais ou inferiores a 2,5%, em 62,5% dos pontos (Figura 1B). Esses atributos influenciam a retenção de água e a capacidade do solo de reter nutrientes, como potássio, cálcio e magnésio. A matéria orgânica pode ser aumentada gradualmente, com a manutenção da cobertura do solo e a adição de resíduos vegetais.

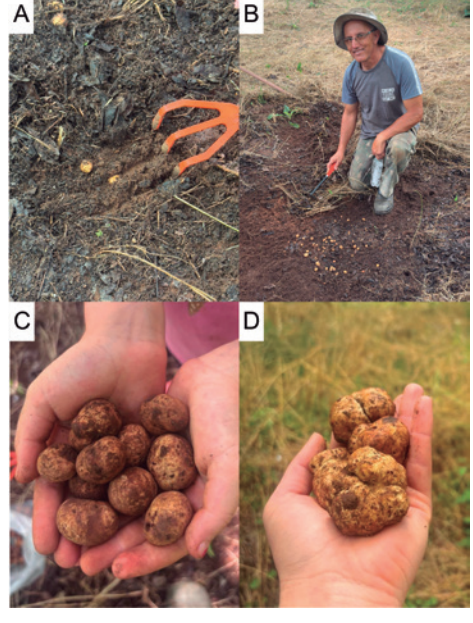
Quanto à água e à cobertura vegetal

A disponibilidade de água é decisiva para o estabelecimento e a produção da nogueira-pecã. Nos primeiros anos, a falta de água aumenta o risco de morte das mudas, reduz o crescimento das raízes e da copa e pode atrasar a entrada em produção. Na fase produtiva, a escassez de água pode aumentar a queda de frutos, reduzir o tamanho das nozes e prejudicar o enchimento das amêndoas. Diante da variabilidade de chuvas e estiagens recorrentes no Rio Grande do Sul, o investimento em sistemas de irrigação (aspersão, microaspersão ou gotejamento) torna-se prioritário. A escolha deve considerar a disponibilidade e a qualidade da água, a capacidade do solo de armazená-la, o relevo, o espaçamento do pomar e a profundidade explorada pelas raízes de nogueira-pecã.

A cobertura vegetal, sazonal ou permanente, reduz a erosão e as variações de temperatura do solo. A palhada e as raízes das plantas de cobertura também contribuem para o aporte de carbono e matéria orgânica no terreno. Espécies vegetais, como aveia-preta, aveia-branca, nabo-forrageiro e azevém, são alternativas para as entrelinhas durante o inverno. A competição por água deve ser controlada, principalmente em pomares jovens e nos períodos de estiagem. A roçada, a dessecação química ou o acamamento das plantas de cobertura, associados ao controle da vegetação junto às árvores, ajudam a reduzir essa competição. A palhada deve ser mantida sobre o solo para preservar sua proteção.

Há pomares implantados sobre campo nativo e outros com forrageiras cultivadas nas entrelinhas, permitindo a integração pecuária com bovinos ou ovinos. Quando bem manejado, o pastejo pode favorecer o perfilhamento das gramíneas. As raízes e os resíduos das forrageiras contribuem para o aporte de matéria orgânica, enquanto fezes e urina promovem a ciclagem e a redistribuição de nutrientes. Esses benefícios dependem da disponibilidade de forragem, da lotação, do tempo de permanência dos animais e da umidade do solo. A lotação excessiva e o pisoteio em solo muito úmido podem reduzir a cobertura e aumentar a compactação superficial, prejudicando a infiltração de água e a aeração, e restringindo a exploração das raízes de nogueira-pecã.

Figura 2 - coleta de trufas Sapucay por produtores de nogueira-pecã em Cachoeira do Sul (A e B) e Cotiporã (C e D), no Rio Grande do Sul



Fotos Rodrigo F. Ramos (A-B) e Nadine Marin (C-D)

Ambiente da trufa Sapucay

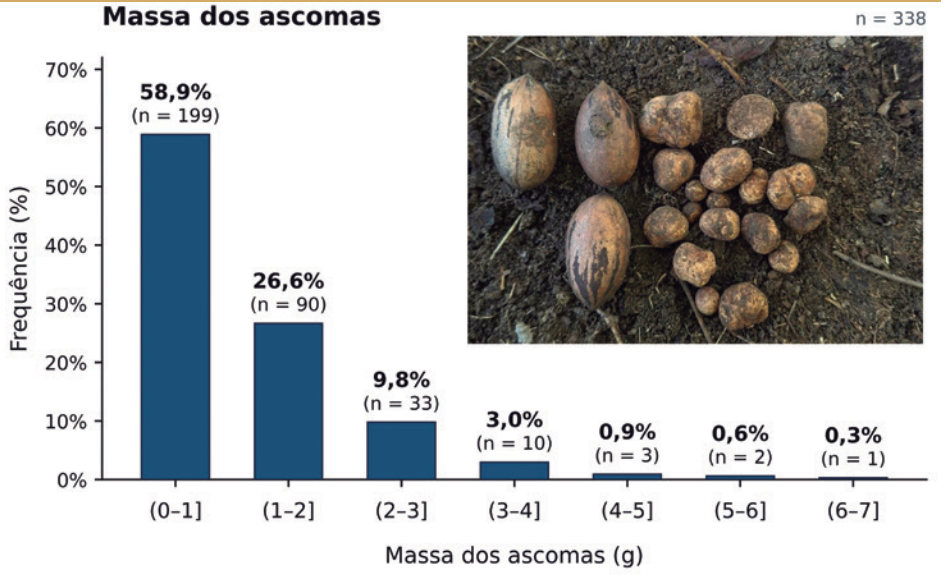
A trufa Sapucay (Figura 2A-D) é o corpo de frutificação hipógeo (ascoma) de *T. floridanum*, um fungo que forma ectomicorrizas nas raízes finas da nogueira-pecã. Trata-se de uma simbiose mutualística na qual a planta fornece carbono ao fungo, enquanto a rede de hifas miceliais amplia o volume de solo explorado pelas raízes, aumentando a absorção de água e nutrientes pela planta hospedeira.

Contudo, a colonização radicular não garante a formação das trufas, pois o fungo precisa de condições ambientais específicas. Em um levantamento realizado no início de 2026, foram coletadas 338 ascomas com massas entre 0,2 g e 6,5 g, dos quais 85,5% apresentaram menos de 2 g (Figura 3). Outros registros incluem exemplares com mais de 20 g e um com mais de 200 g. Essa ampla variação biométrica reforça a necessidade de ampliar os levantamentos e investigar os fatores associados ao desenvolvimento e à produção das trufas.

Nas espécies de trufas europeias, a disponibilidade de água influencia o crescimento, o desenvolvimento e a maturação dos ascomas. Para *T. floridanum*, os períodos de maior exigência hídrica ainda são desconhecidos. O encharcamento prolongado reduz a disponibilidade de oxigênio no solo e pode prejudicar as raízes e o micélio do fungo. Por isso, solos com drenagem lenta ou camadas pouco permeáveis, como alguns horizontes B texturais, exigem atenção redobrada. Da mesma forma, a compactação do solo pode reduzir a proporção de poros maiores e dificultar a circulação de água e ar.

A relação dessas condições com a formação, o desenvolvimento e a deterioração das trufas deve ser investigada por meio de avaliações de porosidade, densidade e resistência à penetração, especialmente em pomares sob pastejo animal.

Figura 3 - distribuição da massa de 338 ascomas de trufa Sapucay (*Tuber floridanum*). Os valores acima das barras indicam a frequência relativa (%) e o número de ascomas (n) por classe de massa. No detalhe, trufas ao lado de nozes de nogueira-pecã, para comparação de tamanho



As principais trufas comerciais europeias são produzidas em solos calcários, com pH variando de neutro a alcalino. Para a trufa Sapucay, já foram encontrados ascomas em pomares do Rio Grande do Sul com pH em água entre 5,2 e 6,4. Esses registros mostram que a formação de ascomas pode ocorrer em solos ácidos, mas não definem a faixa mais favorável à produção.

É necessário determinar o pH adequado à colonização e à formação dos ascomas e verificar se ele coincide com o recomendado para a nogueira-pecã. A calagem e a adubação devem seguir as necessidades da cultura, acompanhadas do manejo da água, da cobertura e da compactação. Os efeitos dessas práticas sobre a frutificação do fungo e os critérios para a produção comercial da trufa Sapucay continuam em investigação.

Pesquisas avançam

A integração entre a nogueira-pecã e a trufa Sapucay abre uma oportunidade pioneira de rentabilidade para a fruticultura gaúcha, mas seu sucesso depende do manejo do solo e da água, iniciado no planejamento pré-plantio, com a correção da acidez e a garantia de drenagem e aeração.

Já que a associação com o fungo (trufa) no sistema radicular não garante por si só a formação de ascomas com valor comercial, o produtor deve priorizar as exigências ecofisiológicas da nogueira. Isso deve ser considerado enquanto a pesquisa avança na identificação dos fatores necessários à consolidação da truficultura sustentável como fonte de renda regular no sul do Brasil.

Rodrigo Ferraz Ramos,
Juliano Borela Magalhães,
Zaida Inês Antoniolli,
UFSM;
Tine Grebenc,
Slovenian Forestry Institute



Fotos Emelin Baum Kruger da Costa Manso

Equilíbrio e produtividade

Poda, irrigação e manejo de plantas daninhas no pessegueiro devem ser conduzidos de forma integrada; maior potencial produtivo da cultura é resultado do uso equilibrado dessas medidas

A produtividade e a qualidade dos frutos do pessegueiro dependem das práticas adotadas ao longo do ciclo da cultura. Entre elas, o manejo da irrigação, o controle de plantas daninhas e a poda, pois interferem na disponibilidade de água e nutrientes, e na formação e qualidade dos frutos.

Apesar de serem práticas distintas, estão relacionadas. O fornecimento de água deve acompanhar as necessidades da planta e considerar as características do solo; o controle de plantas daninhas reduz o impacto pela competição por água e nutrientes; e a poda favorece a produção dos frutos.

Detalhes da irrigação

A demanda hídrica do pessegueiro varia ao longo do ciclo. O déficit de água apresenta diferentes impactos, conforme a fase de desenvolvimento da cultura. Na retomada da atividade após a dormência, a restrição hídrica pode limitar a formação de células do fruto. Durante o rápido crescimento, o déficit reduz o tamanho dos frutos. Já no período entre a colheita e a queda das folhas, a falta de água pode comprometer a formação e o armazenamento de reservas necessárias à próxima safra. E durante a fase de endurecimento do caroço ou endosperma, é possível manter a planta sob estresse controlado sem afetar a produtividade e aumentando os sólidos solúveis.

Se a planta sofrer com a falta de água, produzindo frutos com menor quantidade de células, é possível aumentar o tamanho desses frutos próximo à época da colheita, fornecendo água em quantidade adequada. No entanto, eles terão menor consistência e menor acúmulo de sólidos solúveis, o que vai interferir no sabor da fruta.

O manejo da irrigação tem como objetivo determinar o momento de realizá-la e a quantidade de água que precisa ser fornecida para evitar perdas com desperdício de energia e água, erosão e lixiviação. Essa decisão pode ser tomada por meio do método do turno de rega

(que utiliza valores médios de evapotranspiração e precipitação), do método da tensão da água no solo (que utiliza instrumentos para medir a disponibilidade de água) e do método do balanço de água no solo (que considera as entradas e saídas de água no sistema).

A irrigação pode ser feita por aspersão, de forma localizada e por sulcos. A irrigação por aspersão não é o método mais indicado para pomares já formados, sendo mais utilizado na produção das mudas. A irrigação por superfície ou por sulcos pode ser utilizada em pomares, desde que as características do solo, da topografia e da disponibilidade de água sejam compatíveis com o sistema.

A irrigação localizada adiciona água ao solo com maior frequência e em menores volumes, diretamente na região onde se concentra o sistema radicular das plantas. Entre as principais vantagens da irrigação localizada estão a obtenção de maiores produtividades com menores volumes de água, a possibilidade de aplicação de fertilizantes por meio da água de irrigação e a redução do desenvolvimento de plantas daninhas, uma vez que apenas a região próxima aos emissores é umedecida. Como limitação, podem ocorrer entupimentos dos emissores, comprometendo a uniformidade da irrigação.

Plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas deve priorizar a faixa de solo explorada pelas raízes do pessegueiro, principalmente durante a floração e a maturação dos frutos, estendendo-se até a queda das folhas. Na fase de formação dos frutos, é essencial que não exista competição por água e nutrientes, para evitar a redução de produtividade da cultura.

O método químico pode ser adotado com o uso de herbicidas pré-emergentes aplicados logo após uma capina, controlando a germinação de novas plantas daninhas. A duração do efeito residual, entretanto, depende do herbicida empregado, das características do solo, das condições climáticas e das espécies presentes na área. Os pós-emergentes podem ser utilizados para controle de plantas daninhas adultas, com altura de até 25 cm.

Contudo, o controle das plantas daninhas não está restrito ao uso de herbicidas químicos. O cultivo de plantas nas entrelinhas do pessegueiro é uma opção, por se tratar de um método que contribui com a conservação do solo, já que evita que a água da chuva ou da irrigação cause erosão. A recomendação é o cultivo de leguminosas durante o verão, seguido pelo cultivo de uma gramínea no inverno, período de hibernação do pessegueiro.

A leguminosa contribui para a disponibilidade de nitrogênio no solo, favorecendo o desenvolvimento da cultura. Na primavera, a gramínea pode ser cortada, e sua palhada distribuída sob a copa dos pessegueiros, contribuindo para a cobertura e a proteção do solo.

A poda do pessegueiro, apesar de necessária, é uma prática que pode favorecer a germinação de plantas daninhas fotoblásticas positivas, ou seja, plantas que precisam da luz solar para iniciar o seu desenvolvimento, como buva, capim-colchão, caruru e beldroega.

Funções da poda

A poda tem como principais funções estabelecer e manter o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção. A organização da copa permite distribuir adequadamente os ramos produtivos, melhorar a



A organização da copa permite distribuir adequadamente os ramos produtivos, melhorar a entrada de luz e a circulação de ar e facilitar operações como raleio, pulverização e colheita



Foto Emelin Baum Kruger da Costa Manso

Durante a fase de endurecimento do caroço ou endosperma, é possível manter a planta sob estresse controlado sem afetar a produtividade e aumentando os sólidos solúveis

entrada de luz e a circulação de ar e facilitar operações como raleio, pulverização e colheita.

A época da poda interfere na carga e no tamanho dos frutos, sendo recomendada durante o período de dormência da planta. Quando realizada com as brotações em desenvolvimento, tende a aumentar a carga, mas diminuir o tamanho dos frutos. Quando feita muito cedo, pode reduzir a quantidade de frutos e favorecer maior tamanho. De modo geral, recomenda-se realizar a poda cerca de 15 dias antes da floração até 25% das flores abertas.

A poda de formação é feita durante os primeiros dois anos da planta, para orientar seu crescimento. A poda verde ou de verão é realizada durante a vegetação, frutificação e maturação dos frutos, eliminando ramos mal posicionados, para ampliar a aeração e a iluminação no interior da planta.

A poda de frutificação busca equilibrar os ramos vegetativos e frutíferos, mantendo a forma da copa. Como o pessegueiro frutifica uma única vez em ramos do ano anterior, é necessário renovar anualmente os ramos vegetativos. A poda remove ramos quebrados, doentes, secos, mal posicionados, paralelos, próximos, "ladrões" e aqueles voltados para cima ou para baixo.

A poda de renovação consiste em recuperar a planta mal conduzida, debilitada ou atacada por doenças e pragas. Após a colheita, toda a copa é eliminada, mantendo-se os ramos principais com comprimento de 30 cm a 50 cm, protegendo-se os cortes com calda bordalesa. Após a brotação, selecionam-se, em cada ramo, de dois a três brotos voltados para fora, que serão conduzidos para formar a copa desejada.

Atualmente, busca-se a produção das plantas cada vez mais cedo. Para isso, dá-se preferência à poda de verão, reduzindo-se a intensidade das podas nos primeiros dois a três anos e permitindo-se a frutificação nesse período.

Equilíbrio e produtividade

Mais do que operações isoladas, irrigação, manejo de plantas daninhas e poda devem ser conduzidos de forma integrada. O equilíbrio entre disponibilidade hídrica, competição no solo e arquitetura da copa permite explorar o potencial produtivo do pessegueiro, mantendo a planta em condições favoráveis para produzir frutos de qualidade e garantir a sustentabilidade da produção nas safras seguintes.

Emelin Baum Kruger da Costa Manso,
agrônoma e produtora rural

No combate ao efeito estufa

Estudos avaliam a pegada de carbono e a sustentabilidade na cultura da batata

Novos estudos devem ser desenvolvidos para identificar sistemas produtivos com menores impactos ambientais, mais eficientes e mais resilientes aos efeitos negativos das mudanças climáticas, e economicamente mais favoráveis, com menor gasto de energia, menores emissões de gases de efeito estufa (GEE), menor consumo de água, maior produtividade e, portanto, maior rentabilidade econômica, contribuindo, assim, para o desenvolvimento e a sustentabilidade para a produção de batata e do setor agropecuário brasileiro.

Em relação às emissões de GEE e à pegada de carbono, o conceito não se limita apenas às emissões de dióxido de carbono, mas considera também emissões de outros gases relacionados ao efeito estufa, como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O).

Toda atividade econômica, agrícola ou não, contribui para a emissão desses gases ao longo da cadeia de produção, em seus processos ou serviços, afetando o sistema climático mundial. Apresentar e avaliar as emissões de GEE e possibilidades de redução, assim como a pegada de carbono na cultura da batata, são temas de grande relevância, especialmente no atual contexto de mudanças climáticas e de busca por práticas de produção mais sustentáveis (Figura 1).

Perfil das emissões

O conhecimento do perfil das emissões de GEE associadas às atividades de produção, direta ou indiretamente, é fundamental para viabilizar estratégias de mitigação dos impactos ambientais e valorizar o produto para o mercado consumidor.

A quantificação da pegada de



Foto Guilherme Ribeiro

carbono permite identificar etapas com maior potencial de emissão de GEE e possibilita a definição de práticas de manejo que reduzam essas emissões e que, ao mesmo tempo, possam trazer benefícios econômicos ao produtor.

Incentivo a boas práticas

Além do benefício ambiental, há também potencial para ampliação de mercados e melhoria da remuneração ao produtor, criando um diferencial competitivo para consumidores que valorizam produtos com menor impacto ambiental, como ocorre nos mercados europeu e norte-americano.

Incentivos financeiros destinados a produtores que adotam boas práticas agrícolas também fazem parte do cenário atual. Em uma sociedade cada vez mais preocupada com questões ambientais e a qualidade dos produtos consumidos, produtores e empresas que conseguirem produzir com menor pegada de carbono e maior eficiência energética podem utilizar essa informação estrategicamente como diferencial de mercado.

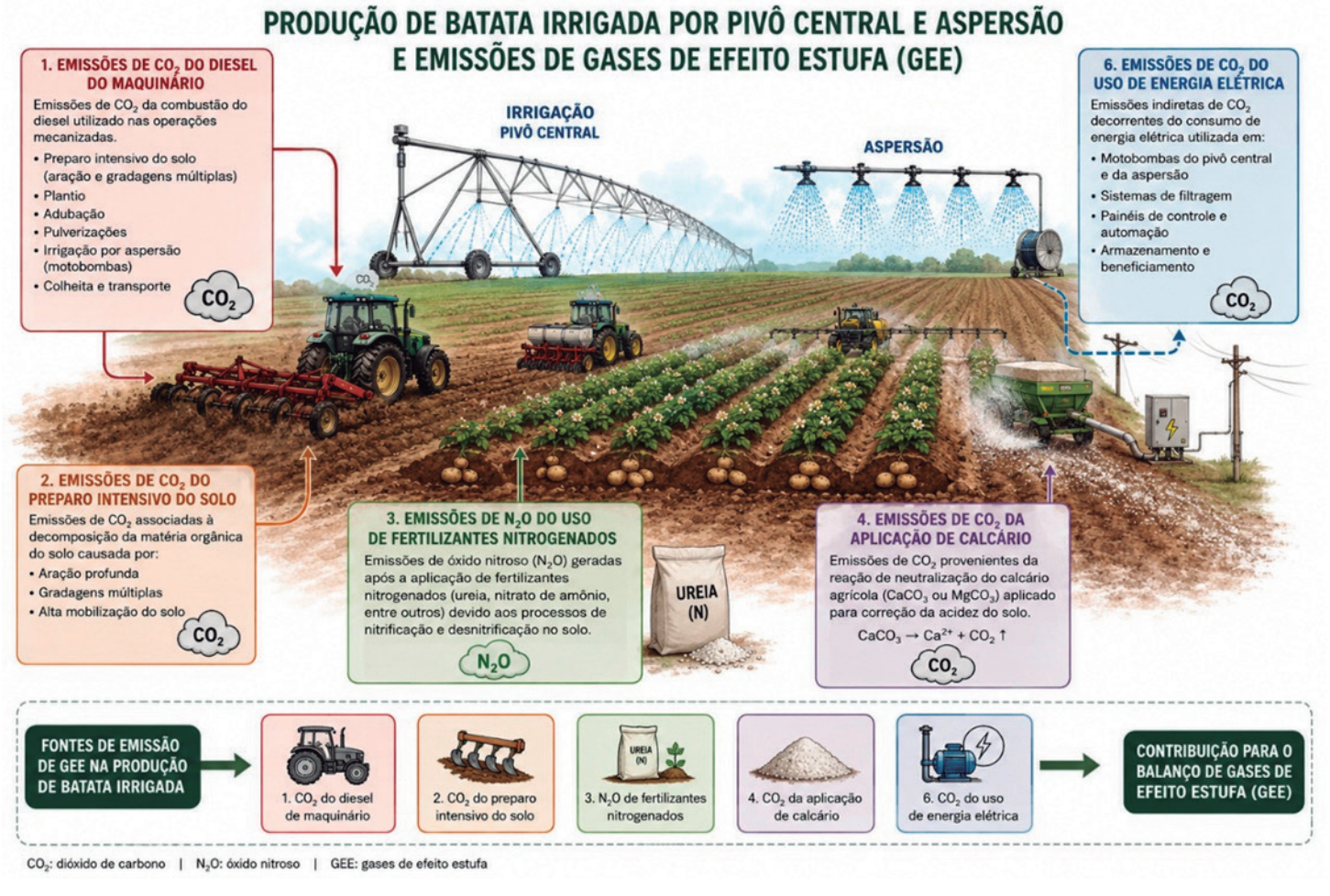
Impacto ambiental

A pegada de carbono e o balanço de energia e de água na cultura da batata são indicadores importantes para avaliar o impacto ambiental dessa destacada cultura agrícola, contribuindo tanto para a mitigação das mudanças climáticas quanto para o aumento da eficiência e da rentabilidade dos sistemas produtivos.

Para o cálculo da pegada de carbono, é necessária uma base de dados com informações precisas sobre todos os insumos utilizados na lavoura, como consumo de fertilizantes, energia e combustíveis fósseis, a fim de que seja realizado o inventário completo de GEE da cultura e apresentar a pegada de C em quilo de GEE por quilo de produto produzido.

Após os cálculos e a avaliação

Figura 1 - figura esquemática dos sistemas de produção de batata com o uso de irrigação e operações mecanizadas, apresentando as principais fontes de emissões de gases de efeito estufa (GEE) das principais fases de produção e seus respectivos gases, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O)



detalhada do perfil das emissões e do balanço energético, é possível identificar as práticas ou fontes de emissão de GEE do cultivo que mais contribuem para a pegada de C e, a partir disso, estabelecer estratégias de redução.

Etapas da produção

A produção de batata envolve diversas etapas que contribuem para a emissão de GEE, conforme veremos a seguir.

Preparo do solo - o plantio intensivo geralmente envolve o uso de maquinário pesado, que consome grandes quantidades de combustíveis fósseis e, consequentemente, gera grandes emissões de CO_2. Além disso, o revolvimento do solo através do preparo intensivo pode liberar C-CO_2 estocado na matéria orgânica do solo para a atmosfera, reduzindo os efeitos benéficos da matéria orgânica, como retenção de água e da capacidade de troca catiônica, amplificando o efeito estufa adicional.

Uso de fertilizantes - a aplicação de fertilizantes nitrogenados constitui uma das principais fontes de emissão de N_2O, gás com potencial de aquecimento global 298 vezes superior ao do CO_2. A produção e o transporte desses fertilizantes também contribuem para a pegada de carbono.

Irrigação - sistemas de irrigação com motobombas movidas a combustíveis fósseis e mesmo alto consumo de energia elétrica dos sistemas de irrigação contribuem para aumentar as emissões de CO_2. A eficiência no uso da água é igualmente relevante, pois a irrigação e o consumo excessivo de energia elétrica podem favorecer a degradação do solo e contribuir para emissões indiretas de GEE.

Foto Guilherme Ribeiro



A adoção de práticas agrícolas sustentáveis não apenas reduz a pegada de carbono, mas pode gerar benefícios econômicos e ambientais adicionais ao produtor e ao consumidor

Controle de pragas e doenças - a produção, o transporte e a aplicação de pesticidas e herbicidas também contribuem para as emissões. Métodos de controle biológico e práticas de manejo integrado de pragas podem reduzir esses impactos, aumentando a rentabilidade da cultura.

Colheita e transporte - a colheita mecanizada e o transporte das batatas até os mercados ou unidades de processamento demandam energia e resultam na emissão de CO_2 do consumo de óleo diesel. A distância entre a propriedade rural e o ponto de comercialização é fator determinante nessa etapa.

Estratégias mitigatórias

Para mitigar emissões relativas e reduzir a pegada de carbono na cultura da batata, diversas estratégias podem ser adotadas, tais como a redução do número de operações no preparo do solo; o uso mais eficiente de fertilizantes com aplicações baseadas em análises de solo e nas necessidades específicas das plantas; a utilização de fertilizantes orgânicos; e a rotação de culturas com leguminosas fixadoras de nitrogênio.

A adoção de fontes de energia renovável, como painéis solares para sistemas de irrigação, pode reduzir significativamente as emissões relativas sobre o consumo de energia elétrica e emissões relacionadas à matriz elétrica nacional.

A implementação do manejo integrado de pragas, combinando métodos biológicos, culturais e químicos, também contribui para diminuir a dependência de pesticidas e, consequentemente, as emissões de GEE.

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis não apenas reduz a pegada de carbono, mas pode gerar benefícios econômicos e ambientais adicionais ao produtor e ao consumidor. A melhoria da saúde do solo, por exemplo, tende a aumentar a produtividade das culturas e a reduzir a necessidade de insumos químicos, assim como a tornar o lucro

maior. Além disso, tais práticas podem ampliar a resiliência das lavouras frente aos impactos negativos das mudanças climáticas, contribuindo para a segurança alimentar no longo prazo.

Mercado voluntário

O mercado voluntário de carbono aplicado à agricultura consiste em um sistema no qual produtores rurais adotam práticas que reduzem ou compensam emissões de GEE e, em contrapartida, geram créditos de carbono que podem ser comercializados com empresas interessadas em compensar suas emissões.

Diferentemente do mercado regulado, esse modelo não é imposto por legislação, funcionando por adesão voluntária de empresas que buscam cumprir metas climáticas ou compromissos de neutralidade de carbono.

Na agricultura, os créditos podem ser gerados por práticas como plantio direto, recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta, uso eficiente de fertilizantes e reflorestamento, que promovem o sequestro de carbono no solo e na vegetação ou reduzem emissões de metano e óxido nitroso, assim como redução no consumo de óleo diesel fóssil.

Esses projetos passam por processos de certificação e verificação por padrões internacionais, assegurando que as reduções sejam reais, mensuráveis e adicionais. Assim, o mercado voluntário de carbono pode ser uma oportunidade econômica para o produtor rural, ao mesmo tempo em que contribui para a mitigação das mudanças climáticas.

Necessidade de aprofundamento

Estudos que avaliam a entrada e a saída de energia e as emissões de GEE em sistemas de produção de hortaliças, incluindo cultivos de batata, têm sido conduzidos em diversos países, especialmente na Europa. Como a pegada de carbono depende do manejo adotado ao longo do ciclo produtivo, os resultados tendem a ser específicos para cada propriedade, embora possam servir de referência em regiões com práticas semelhantes.

No Brasil, as diferenças entre regiões produtoras e a diversidade de condições de cultivo indicam a possibilidade de variação significativa nos valores estimados.

No entanto, ainda são escassos os estudos que mensuram a pegada de carbono na cultura da batata no país, sendo necessários novos estudos que avaliem a eficiência da produção com uso de parâmetros nacionais, identificando e avaliando o perfil das emissões de GEE, a pegada de carbono, o balanço energético e a pegada hídrica para os diversos sistemas de produção de batata em várias regiões produtoras, conforme as particularidades das condições da produção brasileira, contribuindo efetivamente para o desenvolvimento da batatacultura do Brasil e promovendo maior sustentabilidade e valor agregado ao produto final e maior renda ao produtor.

Guilherme Henrique M. Rodrigues Ribeiro,
Eduardo Barretto Figueiredo,
Ronaldo Antônio dos Santos,
UFSCar



Foto Guilherme Ribeiro



Foto Leonardo Araujo

Cancro europeu

Causada por *Neonectria ditissima* da macieira, doença provoca impactos severos em cultivos no Sul do Brasil; manejo objetiva, além da contenção, evitar a sua disseminação

Atualmente, o cancro europeu da macieira (CEM), causado pelo fungo *Neonectria ditissima*, é considerado a principal preocupação dos fruticultores (Araujo *et al.,* 2026). A introdução do CEM no Brasil ocorreu no ano de 2002, em Vacaria (RS), através da importação de material vegetal infectado por *N. ditissima* oriundo da Europa.

O Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) reconheceu a doença como praga quarentenária presente no Brasil (A2), por meio da Instrução Normativa nº 12, de 23 de maio de 2014. Essa norma deu suporte à regulamentação da Instrução Normativa nº 20, de 20 de junho de 2013, que trata do Programa Nacional de Prevenção e Controle do Cancro Europeu das Pomáceas (Araujo *et al.*, 2019).

Em, 26 de maio de 2021, a IN 20 foi suprimida pela Portaria nº 319, que estabelece as diretrizes de manejo da doença no país (Brasil, 2021).

Atualmente, a revisão da Portaria nº 319 está sendo discutida com profissionais da pesquisa e fiscalização para adequação do manejo da doença nos três estados do Sul do Brasil, devido à rápida evolução que apresentou nos últimos anos. Por exemplo, em Santa Catarina, de acordo com levantamentos da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc), no ciclo 2014/2015 aproximadamente 5,8% das unidades produtivas de macieira do estado tinham registro de ocorrência do CEM nos pomares, enquanto no ciclo 2024/2025 o valor foi para 40,8%.

No Brasil, até agora, o fungo *N. ditissima* foi relatado somente na cultura da macieira, e a doença está restrita aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Brasil, 2021). Há, porém, um risco muito grande de essa praga quarentenária A2 se disseminar para outros estados do país, caso não sejam adotadas medidas de manejo adequadas, devido à biologia do fungo, às condições climáticas favoráveis e ao uso de cultivares suscetíveis (Araujo *et al.,* 2021a; Araujo & Pinto, 2022; Araujo *et al.,* 2023; Pereira *et al.*, 2026).

Características da doença

Os primeiros sintomas da doença se apresentam como manchas de coloração marrom-avermelhada, com desprendimento da casca na área lesionada. A lesão aumenta de

Fotos Leonardo Araujo

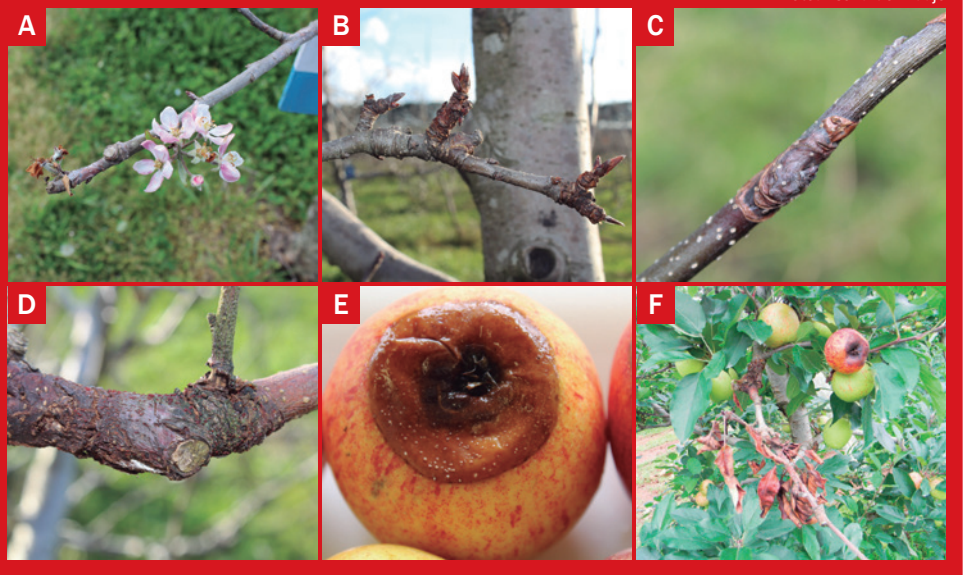


Figura 1 - sintomas do cancro europeu em ramos (A para D e F) e frutos (E e F) de macieira causados por *Neonectria ditissima*. Nas figuras D e E é possível visualizar os peritécios do fungo (estruturas vermelhas) no tecido necrosado do ramo e esporodóquios (estruturas branco-creme) no fruto, respectivamente

tamanho, evoluindo para depressão de cor marrom-escura, com formato mais ou menos circular. Ao redor do cancro, é possível observar um inchaço característico da doença nas bordas inferiores e superiores. Conforme a lesão evolui, nota-se o estrangulamento dos ramos, com a consequente seca. Nos frutos, também é possível visualizar sintomas de CEM, que se caracterizam como uma podridão firme, de cor marrom-escura na região calicinal (Figura 1).

Aplicativo e sistema web

Para auxiliar técnicos e fruticultores na identificação precoce dos sintomas do CEM, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e a Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM), desenvolveu um aplicativo para celulares nas versões Android e iOS (Araujo *et al.*, 2021b) e um sistema web (Araujo *et al.,* 2022a) (baixe de forma gratuita em seu celular o aplicativo, digitando "Cancontrol", por meio da PlayStore).

Em resumo, o aplicativo Cancontrol e o sistema web (http://www.cancroeuropeu.com.br/) contêm textos explicativos sobre a doença, sua sintomatologia, sua epidemiologia, estratégias de controle, entre outros assuntos, bem como imagens e vídeos para auxiliar os produtores e responsáveis técnicos no diagnóstico e na tomada de decisão em relação ao manejo do CEM.

O aplicativo também possui um módulo de monitoramento (semelhante a uma clínica on-line), que permite o registro das plantas infectadas, através de fotografias. O resultado do diagnóstico é retornado para o usuário, através de uma notificação em seu celular, como um monitoramento positivo ou negativo para o CEM, ou, ainda, a recomendação de busca de um laboratório (o sistema indica a estação experimental de São Joaquim [SC] da Epagri).

As fotografias realizadas pelo aplicativo geram um mapa das imagens georreferenciadas que poderão auxiliar os órgãos de pesquisa e fiscalização no acompanhamento da progressão e da disseminação da doença, bem como na elaboração de novas estratégias de manejo dessa praga quarentenária A2 (Araujo *et al.*, 2021b; Araujo *et al.*, 2022a).

Formas de disseminação

O CEM é causado pelo fungo *Neonectria ditissima*, embora existam na literatura outras sinonímias, como *Nectria galligena, N. ditissima* e *N. galligena*.

O início das epidemias nos pomares ocorre, geralmente, pelo plantio de mudas infectadas ou por meio de inóculo oriundo de pomares próximos positivos para o CEM. Para a disseminação da doença, o fungo utiliza dois tipos de esporos, os ascósporos e os conídios (Araujo *et al.,* 2016).

Os ascósporos de *N. ditissima*, fase teleomórfica do fungo, são ejetados a partir de peritécios de coloração vermelha, formados nas lesões de cancros em ramos ou em frutos mumificados (Figura 2). Na região de São Joaquim, são observados cancros com peritécio com ejeções ativas o ano inteiro nos pomares de macieira (Araujo *et al.,* 2026; Pereira *et al.,* 2026).

A partir do momento em que os ascósporos são ejetados e encontram correntes de ar, podem ser disseminados a distâncias de poucos quilômetros, desde a fonte de inóculo (Weber, 2014; Weber & Børve, 2021).

Nos cancros nos ramos e podridões em frutos, o primeiro tipo de esporo a ser produzido é o conídio. Os conídios são produzidos a partir de agrupamentos de conidióforos na superfície de lesões de ramos ou frutos e recebem a denominação de esporodóquios (Figura 2). Os esporodóquios possuem coloração branca, podem ser facilmente visualizados a olho nu sobre cancros e correspon-

dem à fase anamórfica do fungo (*Cylindrocarpon heteronema*).

Os conídios são liberados dos conidióforos em épocas com temperaturas mais elevadas do ano, geralmente da primavera ao outono, e disseminados a uma distância de 1 m a 3 m, com o auxílio de respingos da chuva e vento (Campbell *et al.,* 2023). No Brasil, os conídios são liberados dos conidióforos o ano inteiro, após períodos chuvosos nas lesões com estruturas fúngicas (Araujo *et al.,* 2026).

Os dois tipos de esporos têm a capacidade de infectar e formar novos cancros na macieira, desde que se observem ferimentos nas plantas, tais como os ocasionados pela queda de folhas, colheita, poda e ocorrência de granizo (Araujo *et al.*, 2023).

Alta atividade saprofítica

Em outros países, a sobrevivência do fungo de um ciclo para outro ocorre através de micélio e peritécios sob o cancro velho em ramos (Weber, 2014; Weber & Børve, 2021). Embora no Brasil tenha sido demonstrada a presença de peritécios de *N. ditissima* em frutos, ramos podados, cicatrizes de ferimentos de poda, burrknots e em cancros causados por *Botryosphaeria* spp. e/ou *Neofabraea* spp. (Figura 2).

Em plantas vivas e ramos destacados e triturados de plantas sintomáticas e assintomáticas, o fungo libera esporos por três anos e em frutos a liberação ocorre durante um ano e quatro meses em armadilhas de monitoramento após períodos chuvosos (Araujo *et al.*, 2021a; Pinto, 2022; Araujo & Pinto, 2022; Araujo *et al.,* 2023; Araujo *et al.,* 2026; Pereira *et al.*, 2026).

Essa alta atividade saprofítica do fungo nos tecidos da macieira nas condições ambientais do Sul do Brasil (precipitações regulares e superiores a 2.000 mm/ano) dificulta a quebra do ciclo do patógeno nos pomares.

Medidas de contenção

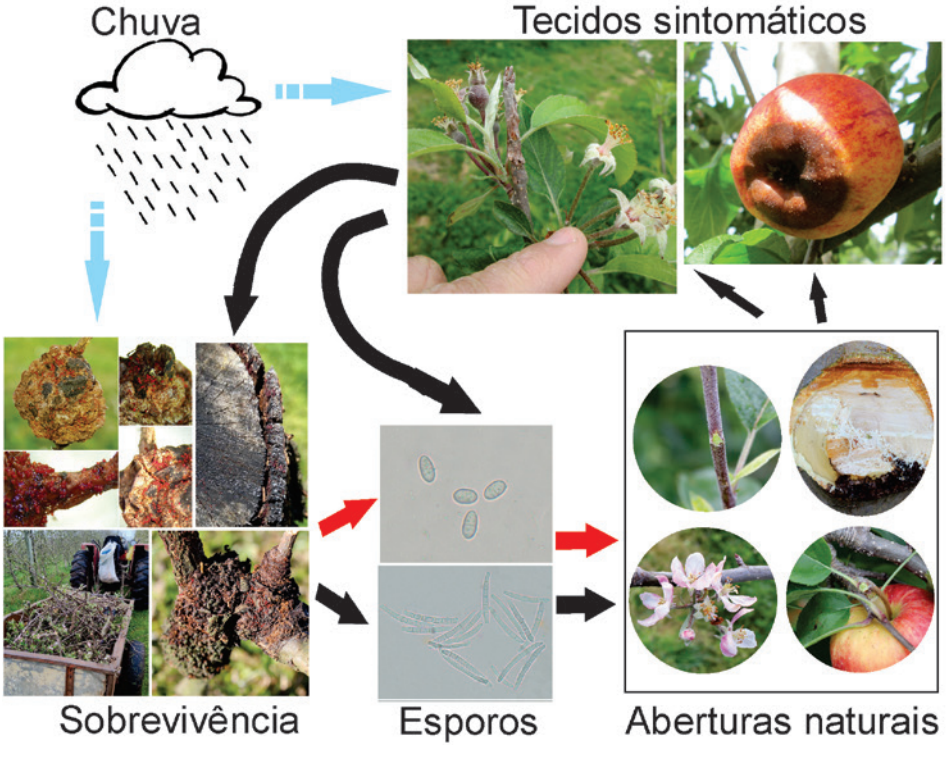
Assim, em pomares afetados é recomendada a eliminação de ramos ou mesmo da planta inteira para contenção do cancro europeu, conforme regulamentado na portaria nº 319 (Brasil, 2021), além de medidas de manejo visando à eliminação de inóculo primário em restos culturais (Araujo *et al.*, 2026; Pereira *et al.*, 2026).

Também é de extrema importância que fruticultores, com uso de fungicidas, indutores de resistência e bioestimulantes, mantenham ferimentos e/ou portas da entrada protegidos contra infecções causadas por *N. ditissima (*Araujo et al., 2022b).

Em suma, os dados de pesquisas com o patossistema *N. ditissima-macieira* no Brasil indicam a importância de que os fruticultores adotem práticas integradas de manejo que envolvam a eliminação dos cancros e restos culturais, bem como a proteção dos ferimentos por meio de pulverizações realizadas imediatamente após a poda, durante a queda de folhas e a colheita dos frutos. Somente a integração contínua destes manejos pode reduzir o progresso da doença nos pomares de macieira no Sul do Brasil.

Leonardo Araujo,
Epagri

Figura 2 - adaptação esquemática do ciclo das relações patógeno/hospedeiro, considerando frutos mumificados, cicatrizes de ferimentos de poda, ramos podados, com outros cancros e "burr knots" como fonte de sobrevivência de *Neonectria ditissima* durante condições adversas e início de novas epidemias de cancro europeu em condições ambientais favoráveis. Fonte: Araujo *et al.* (2026)



Parasita em ascensão

Aumento da incidência do nematoide-das-galhas causa preocupação aos cebolicultores; antes subestimado, *Meloidogyne* spp. é alvo de estudos a fim de evitar propagação e crescimento de danos e prejuízos

Os nematoides estão entre os principais desafios fitossanitários das hortaliças, e a cebola (*Allium cepa* L.) não está livre desse problema. O nematoide-do-caule-e-bulbo (*Ditylenchus dipsaci*) é, historicamente, o mais importante na cultura, sobretudo em áreas com sucessão de alho, mas o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) vem ampliando sua importância em diferentes regiões produtoras.

Espécies do gênero *Pratylenchus* também podem ocorrer, causando lesões radiculares e reduzindo a absorção de água e nutrientes. Como esses nematoides frequentemente coexistem na mesma área, o manejo deve ser integrado e é preciso considerar todo o sistema produtivo. Embora não possam ser erradicados do solo, suas populações podem ser mantidas abaixo do nível de dano por meio da adoção de diferentes estratégias de manejo. O primeiro passo é fazer a amostragem, para conhecer as áreas com problemas.

Cenário atual

Durante muitos anos, a cebola foi considerada uma cultura de baixa importância ao nematoide-das-galhas. No entanto, levantamentos realizados em diferentes regiões do país mostram que essa interpretação pode levar à subestimação do problema.

A multiplicação de *Meloidogyne* spp. na cebola varia conforme a espécie, a densidade populacional, a cultivar, as condições ambientais e o histórico da área. Assim, mesmo áreas aparentemente assintomáticas podem manter populações ca-



Fotos Jorge Bleno da Silva Verssiani

pazes de causar perdas econômicas e comprometer as culturas subsequentes.

Em propriedades que utilizam a cebola em rotação com culturas altamente suscetíveis, como cenoura, tomate e outras, a população do nematoide pode permanecer elevada, reduzindo a eficiência da rotação. Por isso, a sucessão de culturas deve considerar a reação de cada espécie cultivada aos nematoides presentes na área.



Figura 1 - galhas no sistema radicular da cebola, sintoma causado por *Meloidogyne* spp.

Biologia do parasita

O ciclo inicia-se no ovo, de onde emerge o juvenil de segundo estádio (J2), fase infectante. Após penetrar raízes jovens, o nematoide estabelece um sítio permanente de alimentação, induzindo a formação de células gigantes e galhas. As fêmeas permanecem fixas nas raízes, onde produzem massas de ovos que reiniciam o ciclo. Em condições favoráveis (25°C a 30°C), o *M. incognita* e o *M. javanica* completam o ciclo em aproximadamente 20 a 30 dias. Solos arenosos também favorecem a movimentação dos juvenis no perfil do solo, aumentando a eficiência da infecção.

Espécies destacadas

Entre as espécies associadas à cebola, destacam-se *M. incognita*, *M. javanica* e *M. hapla*. As duas primeiras predominam em regiões tropicais e subtropicais, enquanto a terceira é mais importante em clima temperado.

A espécie *M. chitwoodi* é citada na literatura internacional, mas permanece classificada no Brasil como praga quarentenária ausente (A1).

A *M. enterolobii*, embora ainda pouco registrada em cebola, merece atenção por ser altamente agressiva, apresentar ampla gama de hospedeiros e superar fontes de resistência genética em diversas hortaliças.

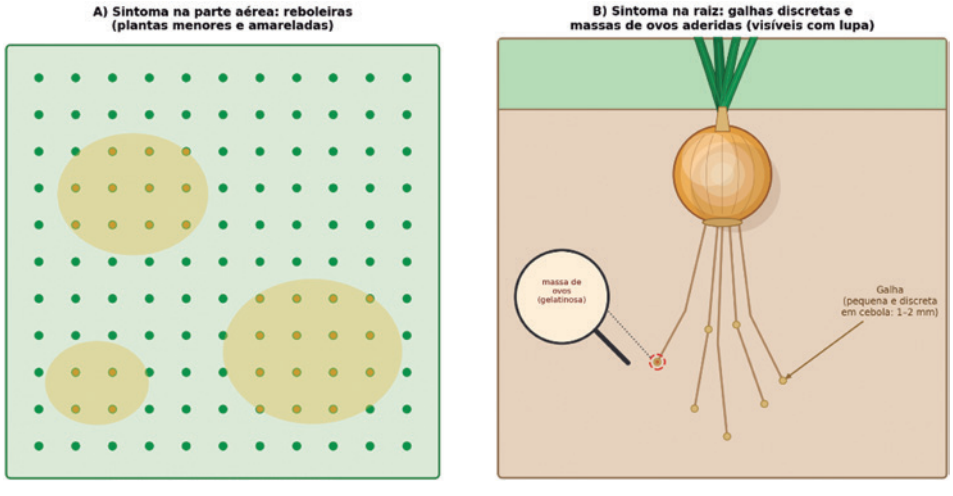
Formação dos sintomas

Os danos provocados pelo nematoide começam nas raízes (Figura 1). Durante a alimentação, o parasita altera o funcionamento do sistema radicular, reduzindo a absorção de água e nutrientes e comprometendo o desenvolvimento da planta. Como consequência, as plantas tornam-se menos vigorosas e mais sensíveis a períodos de déficit hídrico.

Na parte aérea, os primeiros sintomas costumam surgir em reboleiras, com plantas menores, amareladas e de crescimento desuniforme (Figura 2). Nas raízes, as galhas geralmente são pequenas e discretas, menores do que as observadas em culturas como tomate e cenoura, dificultando a identificação visual e favorecendo a confusão dos sintomas com deficiência nutricional ou outros estresses abióticos.

Mesmo pouco evidentes, massas de ovos podem ser observadas na

Figura 2 - sintomas do nematoide-das-galhas em cebola



Fotos Jorge Bleno da Silva Verssiani



Figura 3 - sintomas radiculares vistos em lupa (à esquerda) e massas de ovos (direita)

superfície das raízes, com o auxílio de uma lupa de bolso (Figuras 2 e 3). Em infestações elevadas, o comprometimento do sistema radicular reduz o crescimento e a uniformidade dos bulbos, comprometendo sua classificação comercial.

Identificação do problema

A observação da parte aérea, isoladamente, não confirma a presença do nematoide-das-galhas. Sempre que houver reboleiras, plantas menores ou desenvolvimento desuniforme, recomenda-se avaliar cuidadosamente as raízes. A presença de pequenas galhas ou massas de ovos indica a necessidade de análise laboratorial. Para confirmação, amostras representativas de solo e raízes devem ser coletadas e enviadas a um laboratório especializado para identificação da espécie. O monitoramento pré-plantio é fundamental para orientar a tomada de decisão e o manejo da área.

Danos econômicos

Os prejuízos causados pelo nematoide-das-galhas dependem, principalmente, da população inicial no solo. Altas infestações comprometem o sistema radicular e a formação dos bulbos, reduzindo calibre, uniformidade e qualidade comercial.

Mesmo com menor multiplicação na cebola em comparação a outras hortaliças, populações residuais do nematoide podem permanecer no solo e afetar culturas suscetíveis subsequentes. Por isso, o manejo deve considerar toda a sucessão de culturas, e não apenas uma safra.

Manejo integrado

O controle do nematoide-das-galhas na cebola depende da integração de diferentes estratégias - antes, durante e após o cultivo. A adoção preventiva e contínua dessas medidas reduz as populações do nematoide e os prejuízos à lavoura (Figura 4).

Identificação e monitoramento

O manejo eficiente inicia-se pelo diagnóstico da presença e da população do nematoide na área. Os sintomas auxiliam na identificação, mas não substituem a análise laboratorial. Áreas com histórico de culturas suscetíveis devem ser monitoradas antes do plantio e ao longo das safras. O georreferenciamento das amostras e os mapas de infestação (Figura 5) permitem direcionar o manejo para áreas críticas, aumentando a eficiência das medidas adotadas.

Manejo cultural

A rotação de culturas é uma das principais ferramentas de manejo, desde que sejam utilizadas espécies com baixo fator de reprodução para o nematoide presente na área. Gramíneas, como milho, sorgo, milheto e braquiárias, podem reduzir populações quando cultivares adequadas são utilizadas. Plantas antagonistas, como *Crotalaria* spp. e *Tagetes* spp., também auxiliam na redução da reprodução de *Meloidogyne* spp. O manejo deve ser complementado pelo controle de plantas daninhas hospedeiras, uso de mudas sadias e higienização de máquinas e implementos.

Utilização de nematicidas

Os bionematicidas são ferramentas importantes no manejo integrado de nematoides. Bactérias do gênero *Bacillus* e fungos, como *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia,* reduzem a infecção, reprodução e sobrevivência dos nematoides no solo e nas raízes. A escolha do produto deve considerar o diagnóstico da área e o nematoide-alvo, seguindo as recomendações de rótulo e bula. Esses produtos apresentam melhor desempenho de forma preventiva, pois aplicações feitas após o surgimento dos sintomas tendem a ter menor eficiência. Na cebolicultura, os bionematicidas podem ser aplicados no tratamento de mudas, no sulco de plantio ou via irrigação, quando indicado em bula, buscando favorecer sua atuação na rizosfera.

O controle químico pode integrar o manejo, especialmente em áreas com altas populações confirmadas por análise laboratorial, mas não deve ser utilizado isoladamente. Nematicidas convencionais, fitoquímicos ou bioquímicos apresentam melhor desempenho quando associados à rotação de culturas e a outras práticas de manejo. A aplicação depende do

ingrediente ativo, da formulação e do registro, podendo ocorrer em pré-plantio, sulco de plantio ou via irrigação, quando indicada em bula, com posicionamento adequado próximo às raízes. Antes do uso, deve-se verificar o registro para a cebola, o alvo biológico e a modalidade de aplicação recomendada. Para *Ditylenchus dipsaci,* a principal medida preventiva é o uso de bulbos e mudas com qualidade sanitária, o que reduz a introdução e disseminação do patógeno.

Novas tecnologias

Não há, até o momento, cultivares comerciais de cebola no Brasil com resistência comprovada a *Meloidogyne* spp. e *Ditylenchus dipsaci*. Essa limitação reforça a importância do monitoramento, da rotação de culturas e do manejo preventivo.

O avanço dos bioinsumos amplia as ferramentas de manejo de nematoides, com produtos à base de bactérias, fungos e seus metabólitos aplicados em mudas ou na rizosfera, reduzindo danos iniciais. Técnicas moleculares e bioquímicas, como PCR, sequenciamento de DNA e análises isoenzimáticas, permitem identificar e quantificar espécies com maior rapidez. Associados ao georreferenciamento, mapas de infestação e monitoramento por talhão direcionam o controle para áreas críticas. Sensoriamento remoto, inteligência artificial e estudos do microbioma do solo também são alternativas promissoras para tornar o manejo mais eficiente e sustentável.

Conclusões dos estudos

Antes do plantio, conheça o histórico da área e realize amostragens de solo, raízes e plantas hospedeiras para diagnóstico do nematoide. Durante o cultivo, monitore a população e a eficiência do manejo. Com base nos resultados das análises, planeje a rotação com espécies não hospedeiras ou plantas antagonistas, utilize material propagativo de qualidade sanitária e, quando necessário, nematicidas registrados. O manejo deve integrar rotação de culturas e controles biológico e químico, conforme a sequência de decisão apresentada na Figura 2.

Jorge Bleno da Silva Verssiani,
Staphyt Brasil;
Daniela Santana Rodrigues Verssiani,
Esalq - USP

Figura 4 - fluxograma de decisão para o manejo integrado do nematoide-das-galhas em cebola, do histórico da área à reavaliação a cada safra

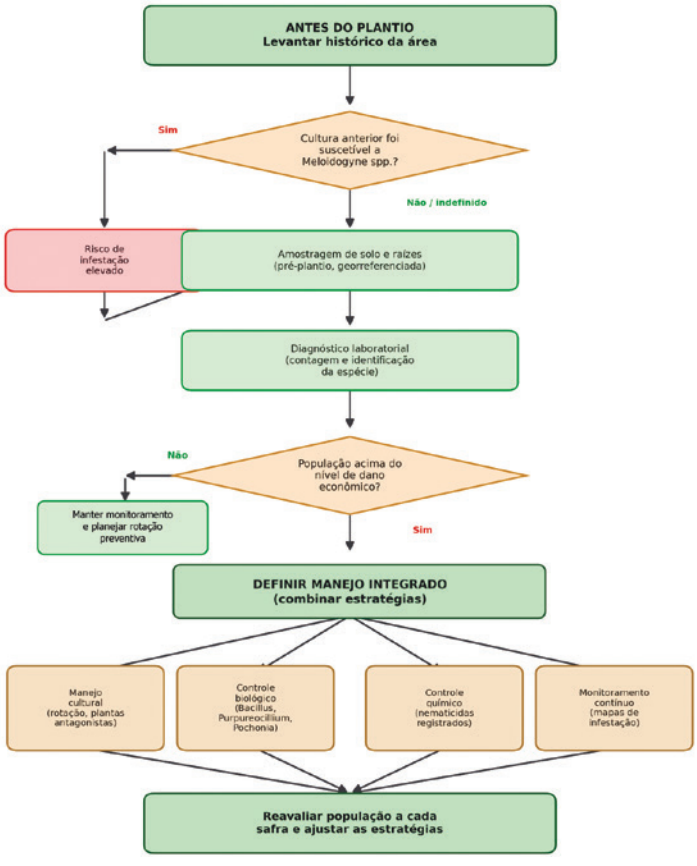


Figura 5 - mapa esquemático de infestação por *Meloidogyne* spp. obtido por amostragem georreferenciada

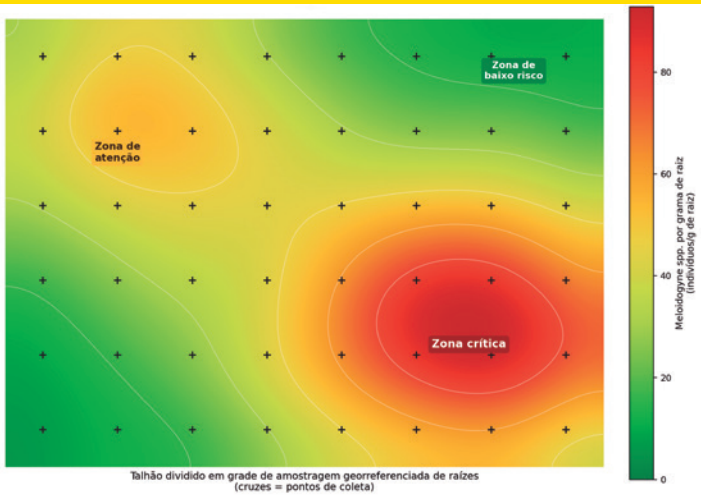




Figura 6 - plantas com nematicida (direita) e sem tratamento (esquerda)

Bioinsumos no cultivo

Produtores estão migrando do cultivo tradicional no solo, a céu aberto, para o cultivo em substrato, em ambiente protegido

Dentre os pequenos frutos produzidos no Brasil, o morangueiro (Fragaria × ananassa Duch.) é a principal espécie cultivada. O fruto agregado, formado por frutículos unidos pelo receptáculo floral, é apreciado devido à coloração característica, ao sabor, ao aroma e às propriedades promotoras à saúde dos consumidores. No entanto, a produção de morangos no Brasil é uma arte equilibrada entre desafios e oportunidades, porque essa cultura hortícola é exigente em nutrientes e sensível a pragas, doenças de solo e variações climáticas.



Foto Divulgação

Figura 1 - estruturas de FMA visualizadas em raízes de morangueiro referentes a hifas (A), arbúsculos (B) e vesículas (C). Observação em microscópio óptico, com aumento de 400x

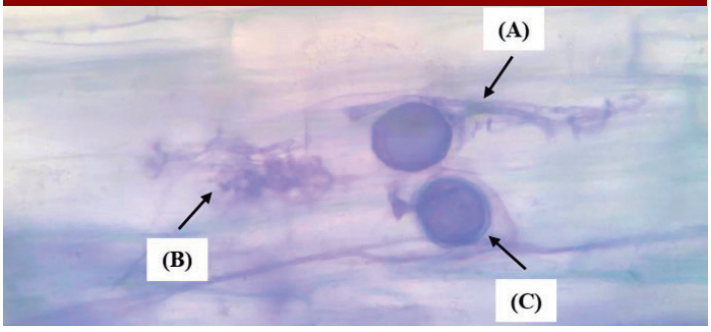
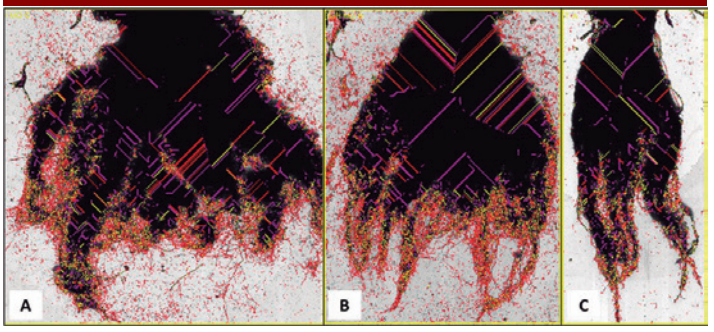


Figura 2 - sistema radicial de plantas de morangueiro inoculadas com comunidades micorrízicas (A e B) e de planta desprovida de inoculação (C). Imagens obtidas por meio do software WinRHIZO®



Por muito tempo, a manutenção do potencial produtivo do morangueiro correspondeu ao uso de insumos químicos em larga escala, atrelado ao estabelecimento do cultivo no solo, geralmente a céu aberto. Contudo, essa conta cobrou seu preço: a necessidade de preparo constante do solo, o acúmulo de pragas e fitopatógenos nas plantas e os inconvenientes ergonômicos para executar os manejos e tratos culturais durante a safra contribuíram para aumentar os custos de produção dessa cultura.

Cultivo em substrato

Como estratégia para potencializar o rendimento e a qualidade de frutos, os moranguicultores estão migrando do cultivo tradicional no solo, a céu aberto, para o cultivo em substrato, em ambiente protegido. Ainda, esse sistema sem solo, realizado em bancadas com calhas ou "slabs" preenchidos com substratos, melhora as condições de trabalho dos produtores, possibilita o adensamento de plantio e permite manter as mesmas plantas por várias safras consecutivas.

Como funciona

Nesse sistema, o substrato deve apresentar propriedades químicas e físicas satisfatórias ao morangueiro, o que inclui elevada porosidade, com equilíbrio entre macro e microporos, densidade



Fontes José Luis Trevizan Chiomento

Figura 3 - produção "On Farm" de inoculantes micorrízicos. A técnica do cultivo-armadilha consiste em usar areia esterilizada como substrato (A), seguido pelo cultivo de sorgo (B) por cinco meses (C). A parte aérea das plantas deve ser descartada (D) para facilitar a homogeneização do conteúdo do recipiente (E) para obter o inoculante que será usado no cultivo do morangueiro (F)

(entre 100 kg/m³ e 300 kg/m³) e pH (entre 5,5 e 6) adequados e disponibilidade de macronutrientes para suprir o desenvolvimento inicial das plantas.

Porém, alguns desafios ainda permanecem nesse sistema, particularmente em relação à necessidade de redução de insumos químicos (fertilizantes e biocidas) para diminuir os custos de produção e promover a sustentabilidade do agroecossistema. Ainda, ao retirar o solo do sistema, reduzimos parte da complexidade biológica que naturalmente existe nele.

Fontes José Luís Trevizan Chiomento

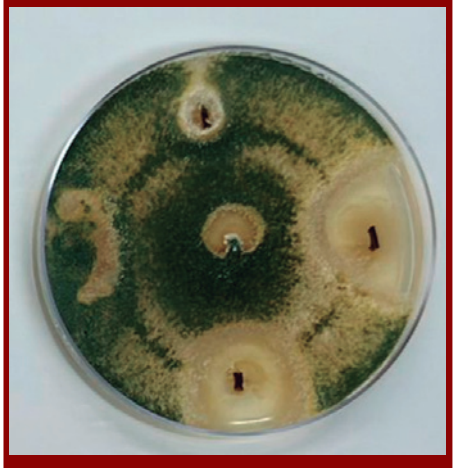


Figura 4 - detecção de *Trichoderma harzianum* em raízes de morangueiro, cultivar San Andreas, nove meses após o estabelecimento do cultivo

Bioestimulação do morangueiro

Uma abordagem promissora, que é capaz de manter a produção, minimizar o uso de recursos e melhorar a qualidade dos frutos, corresponde à prática da bioestimulação do morangueiro.

Os bioinsumos apresentam componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar em toda a planta (ou em partes dela). No morangueiro, geralmente são usados como bioinsumos extratos de plantas, extratos de algas, microrganismos e aminoácidos, com potencial de estimular seu desenvolvimento. Isso inclui a absorção de nutrientes, o aumento da biomassa, a melhoria na qualidade de frutos e a tolerância a estresses.

Pesquisa desenvolvida

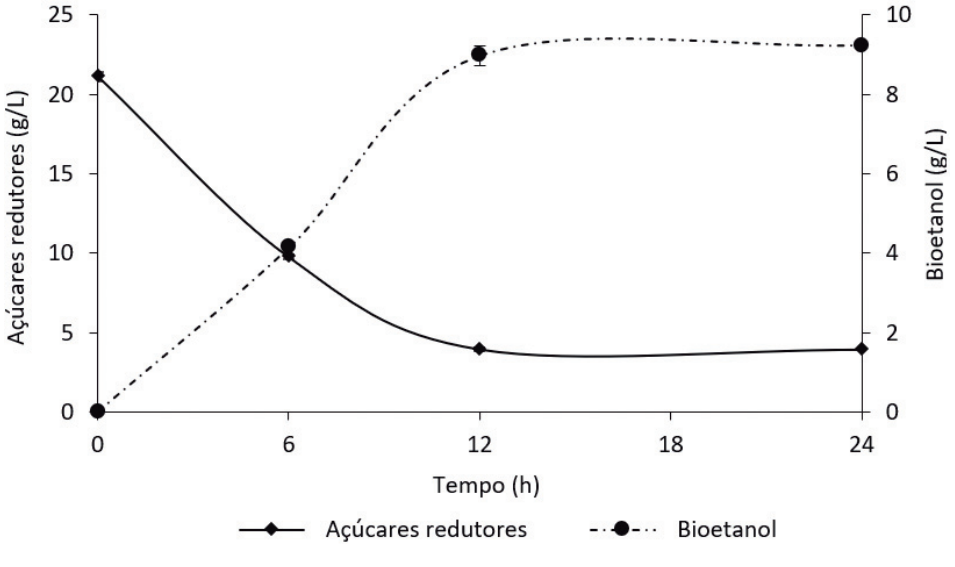
Nesse contexto, uma das linhas de pesquisa desenvolvida pelo nosso grupo, na Universidade de Passo Fundo (UPF), busca compreender como os bioinsumos contribuem para tornar o sistema de cultivo do morangueiro em substrato mais eficiente e biologicamente ativo. Aqui, vamos entender o papel de quatro protagonistas: 1) fungos micorrízicos arbusculares (FMA); 2) *Trichoderma harzianum*; 3) *Ascophyllum nodosum*; 4) microrganismos eficientes (ME).

Fungos micorrízicos arbusculares

Os FMA são biotróficos obrigatórios porque completam seu ciclo somente associados a uma planta hospedeira. Sua reprodução é assexuada, com formação de esporos, que se desenvolvem terminalmente numa hifa (Figura 1A). O fungo, por meio das hifas, coloniza as células do córtex da raiz, formando estruturas intracelulares especializadas, chamadas de arbúsculos (Figura 1B). Em alguns grupos taxonômicos, formam-se as vesículas (Figura 1C), que são hifas com dilatações terminais. Esses microrganismos estabelecem associação benéfica com as raízes das plantas e funcionam como uma extensão do sistema radicial.

Nossas pesquisas demonstraram que a aplicação de FMA no substrato de cultivo melhora o desenvolvimento da parte aérea e das raízes (Figura 2), proporciona o acúmulo de nutrientes no caule (coroa) das plantas, aumenta a produção de frutos, principalmente quando as plantas são cultivadas sob estresse térmico, potencializa a produção de substâncias antioxidantes (fitoquímicos) em frutos (antocianinas, flavonoides e polifenóis) e folhas (ácidos fenó-

Figura 5 - cinética da produção de bioetanol, a partir de folhas de morangueiro cultivado com extrato de *Ascophyllum nodosum*, e consumo de açúcares redutores durante a fermentação com *Saccharomyces cerevisiae*



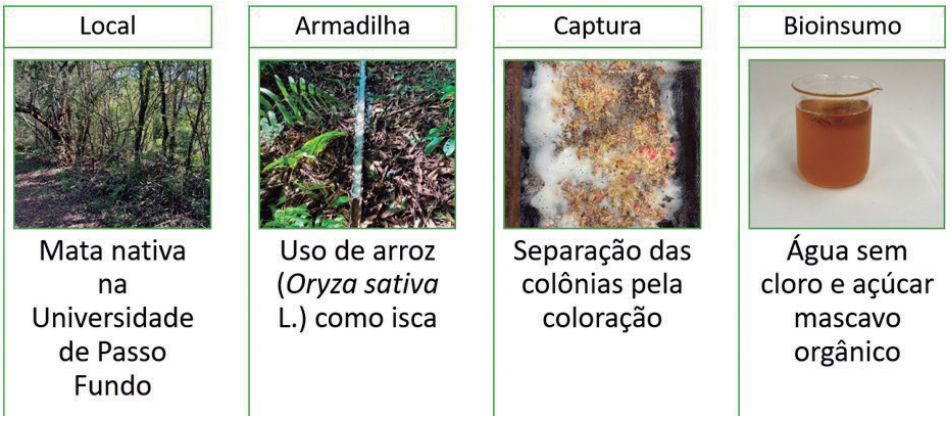
licos) e permite reduzir de 50% a 75% do fornecimento de fósforo em solução nutritiva sem comprometer o rendimento.

Além dos trabalhos relacionados à adição de micorrizas no substrato de cultivo, nosso grupo de pesquisa desenvolveu estudos de levantamentos de FMA em solos cultivados com morangueiro como estratégia para eleger espécies fúngicas que tenham afinidade com essa hortícola (Tabela 1). O uso de FMA compatíveis com o hospedeiro vegetal comumente fornece resultados mais satisfatórios quanto ao crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, o que evidencia a importância de conduzir pesquisas relacionadas à diversidade de FMA em agroecossistemas.

Considerando a baixa disponibilidade de inoculantes à base de FMA no mercado brasileiro, nossas pesquisas são realizadas com inoculantes "On Farm". Esses inoculantes podem ser desenvolvidos em condições ambientais naturais, multiplicando espécies micorrízicas nativas de um determinado ecossistema.

Nossos inoculantes "On Farm" são produzidos a partir do uso de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] como planta multiplicadora, pela técnica de cultivo-armadilha. Para tanto, usamos areia esterilizada (120ºC, 20 min) como substrato (Figura 3A) e realizamos a produção dos inoculantes em ambiente protegido (Figura 3B). Após cinco meses de cultivo (Figura 3C), a parte aérea do sorgo deve ser descartada (Figura 3D) e o conteúdo do recipiente despejado numa bandeja para homogeneização (Figura 3E). Assim, os inoculantes micorrízicos "On Farm" obtidos contêm esporos, fragmentos de raízes e areia esterilizada (Figura 3F).

Figura 6 - produção de bioinsumo, à base de microrganismos eficientes, aplicado no cultivo do morangueiro em substrato



Trichoderma harzianum

Outra frente importante das nossas pesquisas envolve o uso de *T. harzianum*. Quando adicionado ao substrato de cultivo, *T. harzianum* melhora o crescimento das plantas, devido à produção de substâncias promotoras ao enraizamento, e aumenta a solubilização de nutrientes.

Em estudo que conduzimos na safra de 2023/2024, as plantas de morangueiro cultivadas com produto comercial à base de *T. harzianum* (Figura 4) produziram frutos com teores totais de antocianinas e de flavonoides superiores em 56% e 66%, respectivamente, em relação aos frutos de plantas cultivadas sem esse microrganismo.

Ascophyllum nodosum

Da mesma forma, a macroalga *A. nodosum* representa um bioinsumo com potencial para promover o desenvolvimento do morangueiro. Sua aplicação na agricultura pode aumentar o crescimento das plantas, mitigar estresses bióticos e abióticos e melhorar a defesa vegetal por meio da regulação de processos moleculares, fisiológicos e bioquímicos.

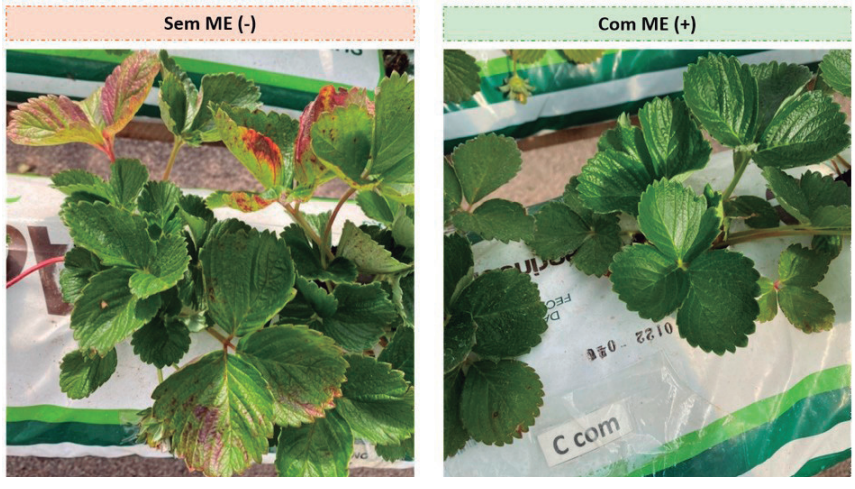
Nossas pesquisas mostraram que o uso de produto comercial à base de extrato dessa macroalga antecipou o início da floração, melhorou os teores de antocianinas dos frutos e aumentou os teores de açúcares redutores das folhas. Nesse último caso, a utilização de folhas de morangueiro cultivado com extrato de *A. nodosum* permitiu produzir 8,97 g/L (45,48 L/t de folha seca) de bioetanol em 12 h, com alta eficiência na conversão de açúcares redutores em bioetanol (Figura 5).

Microrganismos eficientes

Outro bioinsumo usado no cultivo do morangueiro corresponde aos ME, uma mistura de microrganismos naturais, presentes em plantas e solos, com populações predominantes de bactérias lácticas, leveduras, actinomicetos e bactérias fotossintéticas. O princípio de atuação dos ME consiste em melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do substrato de cultivo.

Num estudo que conduzimos na safra de 2022/2023, os ME foram capturados e multiplicados (Figura 6) de acordo com pro-

Figura 7 - cultivar Camino Real na ausência e na presença de microrganismos eficientes, evidenciando o efeito como biofungicida desse bioinsumo



cedimentos contidos na Ficha Agroecológica nº 31, publicada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Avaliamos o desempenho de quatro cultivares de morangueiro com e sem a aplicação dos ME. Os resultados foram bastante expressivos: independentemente da cultivar, as plantas tratadas com ME tiveram produção superior em 17%, em relação à testemunha. Além desse efeito, observamos que a cultivar Camino Real teve menor ocorrência de manchas foliares quando as plantas foram tratadas com ME (Figura 7). Isso indicou que os microrganismos que compuseram o bioinsumo produzido apresentavam potencial para uso como biofungicida.

Utilização conjunta

Além de evidenciar os efeitos isolados desses bioinsumos, nossas pesquisas reportaram que o uso conjunto dessas bioferramentas pode potencializar o desenvolvimento do morangueiro.

Por exemplo, a sinergia funcional entre FMA e *T. harzianum* encurtou o ciclo do morangueiro, desde o transplante das mudas até a primeira colheita de frutos, e aumentou os teores de antocianinas e flavonoides nos morangos. Assim, a dinâmica entre FMA e *T. harzianum* sugere que sua aplicação combinada pode servir como estratégia de manejo eficiente e sustentável no cultivo do morangueiro em substrato e ambiente protegido.

Em adição, nossas pesquisas em desenvolvimento contam com o uso de outros bioinsumos, representados por ácido fúlvico, *Spirulina platensis*, *Bacillus* spp., *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*.

Benefícios na produção

A produção de frutos de morangueiro no sistema sem solo, com substrato, representa um avanço em relação ao uso racional da água, de nutrientes e do solo. Integrar a bioestimulação das plantas nesse sistema fortifica o manejo integrado dessa cultura hortícola.

Ao usar bioinsumos, como microrganismos e extratos de algas, os produtores podem diminuir a dependência exclusiva de insumos químicos sintéticos, o que possibilita a produção de frutos com menos resíduos e com maior aceitação pelo mercado consumidor.

Tabela 1 - espécies de FMA identificadas em solos cultivados com morangueiro no Rio Grande do Sul

Espécies fúngicas
Acaulospora colossica P.A. Schultz, Bever & J.B. Morton
Acaulospora foveata Trappe & Janos
Acaulospora koskei Blaszk
Acaulospora mellea Spain & N.C. Schenck
Acaulospora morrowiae Spain & N.C. Schenck
Acaulospora rehmii Sieverding & Toro
Acaulospora scrobiculata Trappe
Acaulospora sp.
Claroideoglomus aff. *luteum*
Claroideoglomus claroideum (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler
Claroideoglomus etunicatum (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
Cetraspora pellucida (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.
Dentiscutata erythropa (Koske & C. Walker)
Dentiscutata heterogama (T. H Nicolson & Gerd.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl
Dentiscutata rubra (Stürmer & J.B. Morton)
Gigaspora sp.
Glomus aff. *Caledonium*
Glomus aff. *Manihotis*
Glomus aff. *Versiforme*
Glomus sp. (caesaris like)
Glomus sp1
Glomus sp2
Glomus sp3
Glomus sp4
Funneliformis aff. *geosporum*
Funneliformis aff. *mosseae*
Funneliformis mosseae (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
Paraglomus brasilianum (Spain & J. Miranda) J.B. Morton & D. Redecker
Rhizophagus intraradices (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & Schuessler
Septoglomus viscosum (T.H. Nicolson) C. Walker, D. Redecker, D. Stille & A. Schüßler

José Luís Trevizan Chiomento,
UPF

Ambiente vivo

Biotecnologia surge como ferramenta capaz de acelerar a recuperação da fertilidade biológica do solo; seu potencial aumenta quando está associada a práticas que fornecem condições para a vida microbiana

Durante muito tempo, a fertilidade do solo foi associada principalmente à disponibilidade de nutrientes e à correção de atributos químicos, como pH e acidez. Embora esses fatores continuem essenciais, a ciência vem ampliando essa compreensão. Um solo produtivo não é apenas aquele que apresenta níveis adequados de nutrientes, mas o que funciona como um sistema vivo, capaz de sustentar interações entre raízes, microrganismos, matéria orgânica, água e minerais.

Nesse contexto, a fertilidade biológica ganha importância, e a biotecnologia surge como uma ferramenta capaz de acelerar sua recuperação. Bactérias, fungos e outros organismos participam da decomposição da matéria orgânica, da ciclagem de nutrientes, da formação de agregados e da interação com as raízes. Uma parcela importante da fertilidade, portanto, não está simplesmente armazenada no solo: ela é continuamente transformada e disponibilizada pela atividade biológica.

Quando esse equilíbrio é comprometido, o solo perde parte de sua capacidade de desempenhar essas funções. Compactação, erosão, redução da matéria orgânica, preparo excessivo e baixa diversidade de plantas podem afetar a comunidade microbiana e diminuir a eficiência dos processos naturais. O resultado é um sistema menos resiliente e, muitas vezes, mais dependente de intervenções externas.

Assim, para regenerar o solo também é necessário criar condições para que a vida microbiana se



Foto Divulgação



O solo deve ser compreendido como um ecossistema complexo, no qual plantas e microrganismos estabelecem relações capazes de influenciar a nutrição, o crescimento e a tolerância das culturas a diferentes condições ambientais

estabeleça e desempenhe suas funções. É nesse ponto que a biotecnologia encontra o manejo do solo.

O solo como ecossistema

O solo deve ser compreendido como um ecossistema complexo, no qual plantas e microrganismos estabelecem relações capazes de influenciar a nutrição, o crescimento e a tolerância das culturas a diferentes condições ambientais.

A rizosfera, região diretamente influenciada pelas raízes, concentra grande parte dessas interações. As plantas liberam compostos orgânicos pelas raízes e, com isso, influenciam a comunidade microbiana ao seu redor. Em contrapartida, determinados microrganismos podem produzir substâncias promotoras de crescimento, favorecer a disponibilidade de nutrientes e estimular mecanismos de defesa das plantas.

Entre as ferramentas biotecnológicas disponíveis, os bioinsumos microbianos ocupam posição de destaque. Bactérias promotoras de crescimento, microrganismos envolvidos na fixação biológica de nitrogênio, fungos micorrízicos e agentes de controle biológico podem desempenhar diferentes funções no sistema produtivo.

A eficiência, entretanto, depende da interação entre o microrganismo, a cultura, o solo, o clima e o manejo. Não existe um organismo capaz de solucionar isoladamente todos os problemas. Por isso, a utilização de bioinsumos deve estar associada a um ambiente favorável ao estabelecimento e à atividade microbiana.

Microrganismos e nutrientes

Um dos mecanismos de maior interesse está relacionado à mobilização de nutrientes. Determinados microrganismos produzem ácidos orgânicos, enzimas e outros compostos capazes de modificar a disponibilidade de elementos presentes no solo.

O fósforo é um exemplo. Parte desse nutriente pode permanecer em formas pouco disponíveis para as plantas, e determinados microrganismos podem contribuir para sua solubilização ou mobilização. Outros grupos participam da transformação de compostos nitrogenados, da decomposição de resíduos vegetais e da mineralização da matéria orgânica.

As micorrizas também desempenham papel relevante. Nessa associação simbiótica, os fungos ampliam a exploração do solo pelas raízes, podendo favorecer a absorção de água e nutrientes. Em troca, recebem da planta compostos produzidos pela fotossíntese.

Carbono é a base

Apesar do avanço dos bioinsumos, a regeneração biológica não acontece sem alimento para a comunidade microbiana. Grande parte da energia utilizada pelos microrganismos vem do carbono presente nos resíduos vegetais e na matéria orgânica.

Por isso, rotação de culturas, plantas de cobertura, diversificação de espécies, manutenção dos resíduos sobre o solo e redução da mobilização são fundamentais. Essas práticas aumentam o aporte de carbono e criam condições favoráveis à atividade biológica.

Nesse sentido, bioinsumos e manejo precisam caminhar juntos. A aplicação de um produto biológico em um solo com baixa disponibilidade de carbono, compactação ou condições físicas desfavoráveis pode limitar seu estabelecimento e reduzir sua eficiência. A tecnologia pode potencializar processos biológicos, mas não substitui as condições necessárias para que eles ocorram.

Diversidade e resiliência

A diversidade também é um dos pilares da fertilidade biológica. Sistemas agrícolas simplificados podem oferecer menor diversidade de habitats e fontes de car-

bono. A diversificação de culturas favorece diferentes grupos de organismos e amplia as funções desempenhadas pela comunidade microbiana.

Mais importante do que simplesmente aumentar o número de espécies é preservar a diversidade funcional. Um solo saudável precisa contar com organismos capazes de decompor resíduos, ciclar nutrientes e interagir com as raízes.

Essa atividade também está relacionada à estrutura física do solo. A matéria orgânica e os produtos produzidos pelos organismos participam da formação e estabilização dos agregados, enquanto as raízes criam canais e adicionam carbono. Estrutura, matéria orgânica e atividade biológica formam, assim, um sistema interdependente.

Recuperar a fertilidade biológica significa também aumentar a resiliência. Solos com maior conteúdo de matéria orgânica, boa estrutura e atividade biológica apresentam maior capacidade de armazenar água e suportar períodos de estresse.

Essa característica obtém importância diante de eventos climáticos extremos. Estiagens, chuvas intensas e temperaturas elevadas impõem desafios crescentes à produção agrícola. Um solo funcional consegue armazenar melhor a água, manter sua estrutura e favorecer o desenvolvimento das raízes.

Biotecnologia de precisão

O avanço da biotecnologia permite compreender melhor a comunidade microbiana do solo. Técnicas de biologia molecular, sequenciamento genético e caracterização da microbiota ajudam a identificar organismos e funções que antes eram difíceis de detectar.

Essa evolução abre espaço para um manejo mais preciso. Em vez de perguntar apenas qual produto aplicar, será cada vez mais importante identificar qual função biológica está limitada e quais condições precisam ser modificadas para recuperá-la.

A análise microbiológica pode complementar as avaliações químicas e físicas tradicionalmente utilizadas no diagnóstico da fertilidade. Assim, a integração dessas informações permite uma visão mais completa do solo e pode orientar estratégias de manejo mais eficientes.

Nova forma de manejar

A expansão dos bioinsumos representa uma oportunidade para transformar a maneira como a fertilidade do solo é manejada. Isso não significa substituir fertilizantes, corretivos ou outras tecnologias, mas integrar diferentes ferramentas de acordo com as necessidades de cada sistema.

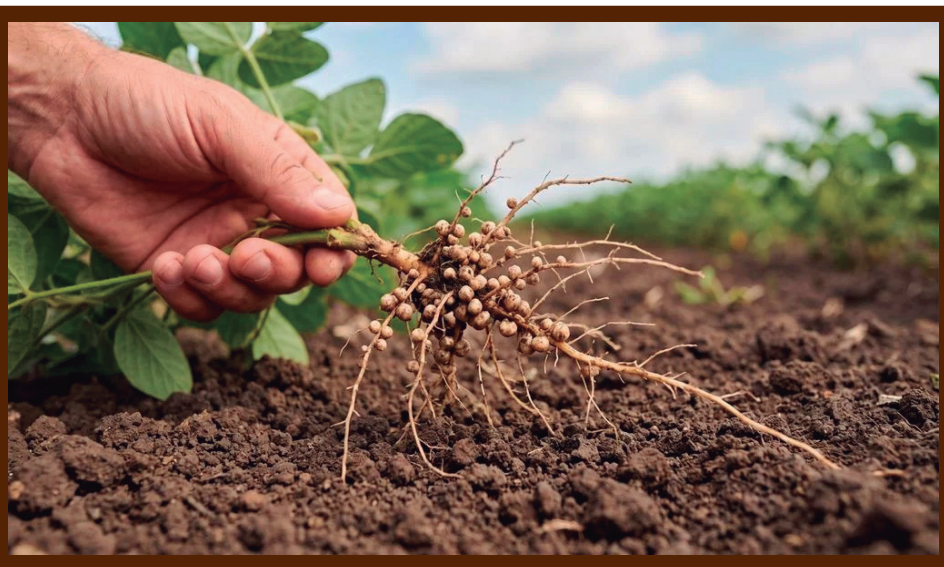
A verdadeira inovação está em deixar de enxergar o solo como um substrato inerte e passar a manejá-lo como um ambiente vivo. Nesse modelo, a fertilidade, além de ser corrigida, é construída continuamente pela interação entre plantas, microrganismos, matéria orgânica e ambiente.

A biotecnologia pode acelerar e direcionar esses processos, mas seu maior potencial aparece quando está associada a práticas que conservam o solo e fornecem condições para a vida microbiana.

Regenerar o solo é recuperar sua capacidade de produzir de forma eficiente e resiliente. A agricultura do futuro não dependerá apenas de quanto nutriente será colocado no solo, mas também de quanto será possível estimular os processos que fazem esses nutrientes circularem.

A próxima revolução agrícola pode estar justamente nessa mudança de olhar: compreender que, para restaurar a fertilidade, é preciso alimentar a planta e cuidar da vida que sustenta o solo.

Camila Corrêa Vargas,
UFRGS



Uma parcela importante da fertilidade, não está simplesmente armazenada no solo: ela é continuamente transformada e disponibilizada pela atividade biológica

Fotos Ricardo Aparecido Santos



Do início ao fim

Evitar a resistência de pragas aos inseticidas nos tomateiros depende de um conjunto de decisões tomadas ao longo da safra

Quem produz tomate conhece bem a situação: uma praga aparece, o controle é realizado e, poucos dias depois, os insetos continuam na lavoura. Em seguida, vem uma nova aplicação, depois outra, e o resultado parece cada vez menos satisfatório. O produtor começa a trocar os produtos, aumenta a atenção sobre a pulverização e, muitas vezes, chega a pensar que determinado inseticida simplesmente "parou de funcionar".

Nem sempre o problema está no produto. Em algumas situações, a dificuldade pode estar na própria população da praga, que passou a apresentar menor sensibilidade ao inseticida. É o que ocorre quando a resistência começa a se estabelecer na lavoura. E, no tomateiro, onde algumas pragas apresentam ciclo curto e podem se multiplicar rapidamente, deixar esse problema avançar pode significar aumento do número de aplicações, elevação do custo de produção e perda de eficiência das ferramentas disponíveis para o controle.

Como ocorre a resistência

A resistência não surge porque o inseticida "ensina" o inseto a sobreviver. Dentro de uma população já existe uma variação natural entre os indivíduos. Alguns são mais sensíveis, enquanto outros apresentam características que lhes permitem suportar melhor determinada forma de controle. Quando o mesmo

mecanismo de ação é utilizado repetidamente, os indivíduos mais sensíveis são eliminados e os que sobrevivem têm maior chance de se reproduzir. Com o passar das gerações, a população pode ficar cada vez menos sensível ao produto.

É justamente por isso que o problema precisa ser tratado antes que o inseticida deixe de apresentar resultado. Quando a falha de controle já é evidente, recuperar a eficiência de uma ferramenta pode ser muito mais difícil. A melhor estratégia é reduzir a pressão de seleção sobre as pragas e evitar que o controle dependa sempre das mesmas soluções.

No tomate, isso começa com uma medida que parece simples, mas faz muita diferença: conhecer o que está acontecendo dentro da lavoura.

Monitorar as lavouras

O monitoramento não deve ser feito apenas quando o produtor percebe um aumento de insetos. É preciso acompanhar a cultura durante todo o ciclo, observando onde a praga está, em que quantidade aparece e qual estágio de desenvolvimento predomina.

Essa informação muda completamente a tomada de decisão. Encontrar alguns insetos em uma planta não significa, automaticamente, que é hora de pulverizar. Dependendo da espécie e da fase da cultura, aquela população pode ainda estar abaixo do nível capaz de provocar prejuízo econômico. O monitoramento permite que o controle seja realizado no momento adequado, evitando aplicações desnecessárias.

No tomateiro, essa atenção é importante para pragas como mosca-branca, tripes, pulgões, traça-do-tomateiro e diferentes espécies de lagartas. Cada uma possui comportamento, ciclo e local de alimentação diferentes. Algumas ficam principalmente na face inferior das folhas; outras atacam brotações, folhas ou frutos. A identificação correta, portanto, é o primeiro passo para escolher a estratégia de manejo.

Armadilhas adesivas, armadilhas com feromônios e inspeções periódicas das plantas podem ajudar nesse acompanhamento. O mais importante é que o produtor tenha uma rotina de observação. Uma lavoura monitorada permite perceber o crescimento da população antes que a infestação fique difícil de controlar.

Esse cuidado é ainda mais importante quando se trata da mosca-branca. Além dos danos causados pela alimentação, o inseto pode transmitir vírus, o que torna a presença da praga uma preocupação que vai além do dano direto. Nessa situação, começar o manejo somente quando a população já está elevada pode significar chegar tarde demais.

Mas monitorar não significa apenas contar insetos. É preciso observar também o estágio da praga. Muitas espécies são mais fáceis de controlar quando estão em determinadas fases do desenvolvimento. Lagartas pequenas, por exemplo, geralmente são mais vulneráveis do que lagartas maiores e mais desenvolvidas. Saber quando a população está chegando a uma fase adequada para o controle pode melhorar bastante o resultado da aplicação.

Mecanismo de ação do inseticida

Depois de identificar a necessidade de controle, outro ponto merece atenção especial: o mecanismo de ação do inseticida. É comum o produtor conhecer os produtos pelo nome comercial. No entanto, duas marcas diferentes podem apresentar mecanismos de ação iguais ou muito semelhantes. Nesse caso, trocar uma marca pela outra não representa, necessariamente, uma verdadeira alternância. Se a praga continuar sendo exposta ao mesmo mecanismo de ação, a pressão de seleção permanece.

Por isso, o planejamento deve ser feito olhando o grupo de mecanismo de ação indicado no rótulo e na bula



Encontrar alguns insetos em uma planta não significa, automaticamente, que é hora de pulverizar. Dependendo da espécie e da fase da cultura, aquela população pode ainda estar abaixo do nível capaz de provocar prejuízo econômico



Fotos Ricardo Aparecido Santos

É preciso acompanhar a cultura durante todo o ciclo, observando onde a praga está, em que quantidade aparece e qual estágio de desenvolvimento predomina

do produto. A recomendação para o manejo da resistência é alternar mecanismos de ação, evitando a exposição repetida de gerações sucessivas da mesma praga ao mesmo grupo. Essa rotação precisa ser planejada de acordo com as características da praga, da cultura e das recomendações de uso de cada produto.

Na prática, isso significa que o programa de controle não deve ser montado simplesmente escolhendo "um produto diferente" para a próxima pulverização. É preciso verificar se o produto realmente pertence a outro grupo de mecanismo de ação. Essa diferença parece pequena no papel, mas é fundamental para preservar a eficiência dos inseticidas ao longo do tempo.

Momento adequado

Outro cuidado importante é evitar aplicações repetidas em calendário fixo. Pulverizar porque "já está na hora" pode levar ao uso desnecessário de inseticidas e aumentar a pressão sobre a população da praga. O ideal é que as aplicações sejam baseadas no monitoramento e na necessidade real de controle.

Também não é recomendável esperar que a praga esteja tomando conta da lavoura para agir. Quando a população cresce demais, o controle se torna mais difícil e a pressão sobre a ferramenta utilizada aumenta. O produtor pode acabar realizando várias aplicações em sequência, justamente o cenário que favorece a seleção de indivíduos menos sensíveis.

Qualidade da pulverização

A qualidade da pulverização também entra nessa conta. Mesmo um inseticida eficiente pode apresentar resultado ruim quando não chega adequadamente ao alvo. No tomateiro, a arquitetura das plantas pode dificultar a distribuição da calda, principalmente quando a praga está escondida na face inferior das folhas, entre a folhagem ou em regiões protegidas da planta.

Por isso, regulagem do pulverizador, escolha correta das pontas, volume de calda, pressão, velocidade de deslocamento e condições climáticas precisam ser considerados. Uma aplicação mal feita pode deixar parte da população viva. E esses sobreviventes podem contribuir para a formação das próximas gerações.

Quando o controle não funciona, a primeira reação muitas vezes é aumentar a dose. Essa decisão, porém, não deve ser tomada por conta própria. Utilizar quantidade superior à recomendada na bula não significa necessariamente melhorar o controle de uma população resistente. Além de aumentar os custos e os riscos da aplicação, essa prática não resolve a causa do problema.

O mesmo cuidado vale para a redução da dose. Economizar produto, diminuindo a quantidade aplicada, pode resultar em controle insuficiente e favorecer a sobrevivência de indivíduos que estavam parcialmente expostos. A dose deve ser sempre aquela recomendada para a cultura e para o alvo, respeitando as condições de uso estabelecidas para o produto.

Atenção às misturas

As misturas também precisam

ser avaliadas com cuidado. Misturar dois inseticidas no tanque não significa, automaticamente, que a resistência será evitada. Para que uma mistura faça sentido no manejo da resistência, é necessário considerar os mecanismos de ação envolvidos e seguir as recomendações técnicas e legais para cada produto. Além disso, a mesma mistura não deve se transformar em uma solução repetida durante toda a safra.

No caso do tomateiro, essa preocupação é especialmente importante para a traça-do-tomateiro, uma das pragas que mais exigem atenção dos produtores. Como o inseto pode completar várias gerações durante o cultivo, a exposição contínua ao mesmo mecanismo de ação aumenta o risco de seleção de populações menos sensíveis.

Por isso, o controle da traça deve fazer parte de um programa mais amplo. Monitoramento, eliminação de fontes de infestação, cuidado com restos culturais, manejo de plantas hospedeiras, utilização de armadilhas e preservação de inimigos naturais podem reduzir a pressão da praga e diminuir a dependência das pulverizações.

Controle biológico

O controle biológico é outro componente que merece espaço nesse sistema. A lavoura não é formada apenas pelo tomate e pelas pragas. Existem também predadores e parasitoides que ajudam naturalmente a manter as populações de insetos sob controle. Quando as aplicações são feitas sem considerar esses organismos, parte desses aliados pode ser eliminada.

Preservar os inimigos naturais não significa abandonar o controle químico. Significa utilizar os inseticidas de maneira mais estratégica, sempre que possível escolhendo alternativas compatíveis com o controle biológico. Com uma população maior de organismos benéficos, a própria lavoura passa a contar com mais uma ferramenta de controle.

Manejo cultural

O manejo cultural também ajuda. Restos de plantas infestadas, frutos deixados no campo, plantas voluntárias e algumas plantas daninhas podem servir de abrigo ou alimento para as pragas. Se essas fontes permanecem na área, o produtor pode colher uma safra e, pouco tempo depois, encontrar novamente uma população elevada no novo cultivo.

Por isso, o manejo não termina com a última colheita. A limpeza adequada da área e a eliminação de fontes de infestação ajudam a reduzir a população que permanecerá no ambiente. Em propriedades em que o tomate é cultivado de forma sucessiva, esse cuidado pode fazer uma diferença ainda maior.

A atenção deve começar antes mesmo de a muda chegar ao campo. Mudas infestadas podem levar pragas para dentro da área de produção e antecipar o início do problema. A aquisição de material de boa qualidade e a inspeção das plantas antes do transplantio são medidas simples que ajudam a evitar que a lavoura comece já sob forte pressão de insetos.

Movimento das pragas

Outro ponto que merece atenção é a movimentação das pragas entre áreas. Quando existem talhões em diferentes estágios de desenvolvimento, a população pode migrar de uma área para outra à medida que a cultura anterior é encerrada. Sempre que possível, o planejamento das áreas e das épocas de cultivo deve considerar esse risco.



Uma lavoura monitorada permite perceber o crescimento da população antes que a infestação fique difícil de controlar

Ineficiência repentina

E quando um produto que sempre funcionou começa a apresentar falhas? Antes de concluir que existe resistência, é importante investigar o que aconteceu. Uma aplicação pode falhar por vários motivos.

A identificação da praga pode estar incorreta. O inseto pode estar em uma fase menos suscetível. A pulverização pode não ter atingido adequadamente o alvo. A chuva pode ter interferido na aplicação. O equipamento pode estar desregulado. A população pode estar muito acima da capacidade de controle. Ou, de fato, pode existir uma redução de sensibilidade ao inseticida.

Por isso, a análise do histórico da área é muito importante. Saber quais produtos foram utilizados, quantas vezes, em que sequência e contra qual praga ajuda o responsável técnico a entender o que está acontecendo. Quando existe suspeita de resistência, a confirmação por meio de avaliação específica da população pode ser necessária.

Histórico de aplicações

O produtor também pode transformar o histórico de aplicações em uma ferramenta de planejamento. Registrar os produtos utilizados e seus respectivos mecanismos de ação permite identificar rapidamente quando determinado grupo está sendo repetido com frequência. Esse simples hábito ajuda a evitar que a decisão seja tomada apenas no momento da emergência.



Autores falam da importância em tentar evitar a resistência de pragas aos inseticidas nos tomateiros

Questão complexa

No fim, o manejo da resistência não depende de uma única aplicação ou de um produto considerado "mais forte". Depende de um conjunto de decisões tomadas ao longo da safra. Monitorar a lavoura, identificar corretamente a praga, controlar no momento adequado, utilizar a dose recomendada, melhorar a qualidade da pulverização, alternar mecanismos de ação e preservar inimigos naturais são ações que se complementam.

O objetivo não é deixar de utilizar inseticidas. É fazer com que eles continuem funcionando quando realmente forem necessários.

Para o produtor de tomate, preservar a eficiência dos inseticidas significa proteger uma ferramenta importante de produção. Quando a resistência avança, a consequência aparece no bolso: mais aplicações, maior gasto com produtos e operações, maior dificuldade para controlar a praga e maior risco de perdas na qualidade e na produtividade.

Por isso, a melhor hora para manejar a resistência é enquanto os produtos ainda apresentam bom desempenho. Em vez de esperar a praga escapar do controle para mudar de estratégia, o caminho mais seguro é planejar o manejo desde o início da safra. Afinal, quando um inseticida perde eficiência, não se perde apenas um produto. Perde-se uma das opções que o produtor tem para proteger o tomate.

Ricardo Aparecido Santos,
Andréa dos Guimarães de Carvalho,
UFG



Fotos Ricardo Aparecido Santos

MARCAS e MÁQUINAS

Seu programa exclusivo de máquinas agrícolas



CONECTANDO-SE COM +DE 165MIL SEGUIDORES

CONTEÚDO COMPLETO:

Entrevistas, coberturas digitais, lançamentos, feiras nacionais e internacionais, Test Drive, notícias e muito mais.

ASSISTA NO SEU CELULAR, COMPUTADOR OU TV!

Plataformas: YouTube, Facebook, Instagram, TikTok, Kwai, X, Linkedin.

Comunicação direta: Lista e Canal de transmissão no WhatsApp e Newsletter.

CANAIS DE TV

CLIMATEMPO – O céu fala. A gente entende.

TV MILAGRO BRASIL

RN RURAL NOAR

VIVAH TV

AgroBrasilTV

SUCESSO NO CAMPO

sou[tv]

AGRO SEM FRONTEIRAS

CANAL Agroplus

NOVA TV AGROTOUR

SIGA-NOS NAS REDES SOCIAIS:

CDC Agro Bradesco

Veículos leves e pesados com as melhores condições para sua fazenda.



Plano sazonal

Parcelas com valor reduzido e até **70%** do valor financiado

bradesco financiamentos

Sujeito à análise de crédito. Imagem meramente ilustrativa.