

FRUTICULTURA



**CULTIVO DE
MORANGUEIRO EM
SUBSTRATO**

SISTEMA FAEP



ELCIO FÉLIX RAMPAZZO
HENLY KEY SHIMIZU
GABRIEL NACHTIGALL MARQUES
ROBERTA MARINS NOGUEIRA PEIL
MARIA HELENA FERMINO
PEDRO ROBERTO FURLANI
HUGO REIS VIDAL
MARIA APARECIDA CASSILHA ZAWADNEAK
ENEIDA MARIA DOLCI

CULTIVO DE MORANGUEIRO EM SUBSTRATO



2016

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional e Senar-PR.

Autores: Elcio Félix Rampazzo; Henly Key Shimizu; Gabriel Nachtigall Marques; Roberta Marins Nogueira Peil; Maria Helena Fermino; Pedro Roberto Furlani; Hugo Reis Vidal; Maria Aparecida Cassilha Zawadneak e Eneida Maria Dolci

Coordenação técnica: Vanessa Reinhart - CREA PR-122367

Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres

Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso – CRB 9. /647

Coordenação gráfica: Adilson Kussem

Fotografias: Elcio Félix Rampazzo; Maria Aparecida Cassilha Zawadneak; Bioagro; Agrícola Llahuen; Gabriel Nachtigall Marques; Sandra Deotti; Haifa Group; Hélcio Costa e Júlio César de Souza.

Ilustrações: Sincronia Design

Diagramação: Sincronia Design

Capa: Adilson Kussem

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do SENAR-PR.

Rampazzo, Elcio Félix et al.

Cultivo de morangueiro em substrato / Elcio Félix Rampazzo; Henly Key Shimizu; Gabriel Nachtigall Marques ; Roberta Marins Nogueira Peil ; Maria Helena Fermino; Pedro Roberto Furlani; Hugo Reis Vidal; Maria Aparecida Cassilha Zawadneak [e] Eneida Maria Dolci. – Curitiba : SENAR-PR., 2016. – 112 p.

ISBN 978-85-7565-141-4

1. Morango. 2. Morango-Cultivo. 3. Agricultura. I. Shimizu, Henly Key. II. Marques, Gabriel Nachtigall. III. Peil, Roberta Marins Nogueira. IV. Fermino, Maria Helena. V. Furlani, Pedro Roberto. VI. Vidal, Hugo Reis. VII. Zawadneak, Maria Aparecida Cassilha. VIII. Dolci, Eneida Maria. IX. Título.

CDD630
CDU633.883

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O SENAR Nacional – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei nº 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e com isso aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, Prefeituras Municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito não é outro senão o de assegurar que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1 INSTALAÇÕES PARA CULTIVO DE MORANGUEIRO FORA DO SOLO	9
1.1 ASPECTOS RELATIVOS À CONSTRUÇÃO DA ESTUFA	10
REFERÊNCIAS.....	16
2 CULTIVARES DE MORANGUEIRO	17
2.1 ASPECTOS CULTURAIS	17
2.2 MERCADO.....	19
2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS	21
2.4 FORMA DE EXPLORAÇÃO DAS CULTIVARES.....	28
2.5 PROPAGAÇÃO DE PLANTAS DE MORANGUEIRO.....	29
2.6 LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES E PRODUÇÃO DE MUDAS.....	31
REFERÊNCIAS.....	34
3 ECOFISIOLOGIA DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO	35
3.1 FISILOGIA DO FLORESCIMENTO	35
3.2 EVOLUÇÃO DO CICLO FISIOLÓGICO E PRODUTIVO DO MORANGUEIRO X ELEMENTOS DO CLIMA.....	37
3.3 CULTIVO EM SUBSTRATO: CULTIVARES DE DIA CURTO (DC) OU DE DIA NEUTRO (DN)?	39
REFERÊNCIAS.....	43
4 SISTEMAS DE CULTIVO ABERTO E FECHADO	45
4.1 SISTEMA ABERTO	45
4.2 SISTEMA FECHADO	53
REFERÊNCIAS.....	58
5 SUBSTRATO PARA PLANTAS: PROPRIEDADES E MATERIAIS.....	59
5.1 SOLO X SUBSTRATO	59
5.2 SUBSTRATO PARA PLANTAS (SPP).....	59
5.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS	59
5.4 CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA.....	62
5.5 PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS.....	63
5.6 POR QUE ANALISAR UM SUBSTRATO?	64
5.7 MATERIAIS DISPONÍVEIS:.....	65
REFERÊNCIAS.....	66
6 MANEJO NUTRICIONAL E HÍDRICO DO MORANGUEIRO.....	67
6.1 ELEMENTOS ESSENCIAIS, BENÉFICOS E TÓXICOS EM PLANTAS	67
6.2 MANEJO DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS CULTIVADAS EM SUBSTRATOS.....	68
6.3 SOLUÇÃO NUTRITIVA	72
6.4 IRRIGAÇÃO	83
REFERÊNCIAS.....	84

7	PRINCIPAIS TRATOS CULTURAIS NO CULTIVO DE MORANGUEIRO SEM SOLO	85
7.1	MANEJO E TAMANHO DAS EMBALAGENS	85
7.2	PREPARO DAS MUDAS	86
7.3	ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS.....	86
7.4	PLANTIO.....	87
7.5	IRRIGAÇÃO	88
7.6	MANEJO DAS PLANTAS	90
7.7	PODA (2º CICLO).....	91
7.8	MANEJO DAS CORTINAS	93
7.9	COLHEITA	93
7.10	PRODUTIVIDADE X PREÇOS	94
	REFERÊNCIAS.....	95
8	DOENÇAS DO MORANGUEIRO	97
8.1	OÍDIO.....	98
8.2	MOFO CINZENTO.....	99
8.3	PODRIDÃO DE <i>RHIZOPUS</i>	100
8.4	FLOR PRETA	101
	REFERÊNCIA	102
9	PRAGAS DO MORANGUEIRO	103
	REFERÊNCIAS.....	109



INTRODUÇÃO

Presente em bolos, doces, tortas, geleias, sucos e até cosméticos, ou mesmo *in natura*, o morango, conhecido por suas características de sabor adocicado e levemente ácido, cor chamativa e aspectos nutricionais benéficos à saúde, agrada paladares no mundo inteiro. O fruto do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é o de maior expressão econômica entre as pequenas frutas vermelhas.

No Brasil, o marco da expansão da cultura de morango se deu nos anos 1960, quando o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou a cultivar Campinas. Desde então, muita coisa mudou, hoje existem cultivares oriundas dos EUA, mudas produzidas no Chile, Espanha e Argentina. Entre elas, destacam-se as chamadas “neutras ao fotoperíodo”, que apresentam um intervalo maior de produção, evitando-se a entressafra, com morangos durante praticamente o ano todo e preços médios melhores.

Os sistemas de cultivo também evoluíram muito ao longo dos anos em relação aos sistemas tradicionais, em que o cultivo era feito no solo, com cobertura em túneis baixos ou altos, e até mesmo em relação aos sistemas menos tradicionais, fora do solo, com o uso de substratos. Nesses sistemas, o morangueiro é cultivado fora do solo, em substrato acondicionado em sacos plásticos, conhecidos como *slabs*, apoiados sobre bancadas altas. Nos *slabs* é realizada irrigação e fertirrigação em sistemas abertos ou fechados, e as bancadas ficam dentro das estufas, que garantem proteção da cultura, além de permitir o trabalho em condições climáticas adversas.

O sistema traz inúmeros benefícios, como melhores condições de trabalho, principalmente na ergonomia, tanto nos tratos culturais como na colheita; menor uso de agroquímicos para controle de pragas e doenças, as quais têm menor incidência; melhor qualidade do produto e, como consequência, maior rentabilidade, embora o custo inicial de implantação seja maior do que no cultivo convencional. Além disso, a rotação de culturas, necessária no cultivo no solo para evitar doenças de podridão de raízes, não acontece, o que permite a otimização da área.

O presente material foi organizado a partir do curso de extensão e capacitação realizado sobre o sistema de cultivo em substrato. Os textos foram elaborados pelos respectivos palestrantes de cada capítulo, com o objetivo de abordar os temas importantes envolvidos no cultivo do morangueiro.

O cultivo do morango em ambiente protegido começou de modo um tanto empírico, levando em consideração, principalmente, a proteção das plantas contra as adversidades climáticas, atuando como efeito “guarda-chuva”. Essas estruturas, também conhecidas por estufas, utilizadas para o cultivo do morango, em substrato e em bancadas suspensas, têm evoluído muito nos últimos anos, além de serem uma boa alternativa para o cultivo intensivo de espécies de alto valor agregado (GOTO; DA HORA, 2007).

Essas estruturas de proteção são adotadas em várias regiões do Brasil, entre elas, a região da Serra Gaúcha e Vale do Caí, no Rio Grande do Sul, iniciadas em 2008 (ILHA, 2013), avançando para Santa Catarina, sul de Minas Gerais e São Paulo. No Paraná, começaram algumas iniciativas na região sul do estado, no ano de 2010 e, a partir de 2012, expandiu-se para as regiões do norte, nordeste e oeste/sudoeste, com experiências bem-sucedidas.

Segundo Gimenes et al. (2008), ainda não existe um sistema claramente definido para o cultivo fora do solo dessa cultura, o qual é uma tendência para os próximos anos. Os sistemas a serem desenvolvidos devem combinar alta produtividade e qualidade da fruta, baixo custo e reduzido impacto ambiental.

A cultura do morangueiro tem se adaptado principalmente às pequenas propriedades familiares, onde os morangos são cultivados em pequenas áreas diretamente no solo, com ou sem cobertura plástica, em túneis baixos ou altos, o que tem garantido, ao longo do tempo, um retorno econômico satisfatório para os produtores. Exige conhecimento técnico e uso de uma diversidade de insumos, é demandante de mão de obra em quantidade e qualidade, e tem como premissa básica a rotação de culturas. Essa prática, para os novos plantios, é determinante a fim de reduzir a contaminação das mudas por agentes patogênicos. O cultivo sem solo é a mudança de escala tecnológica necessária para eliminar a prática da desinfecção do solo tanto na fase de produção de mudas como de frutas (GIMENES, et al., 2008).

Nas operações dos tratos culturais do cultivo no solo, a mão de obra tem sido exigida com esforço diferenciado das condições normais de trabalho, gerando muita reclamação pelos trabalhadores. A posição desconfortável de ficar agachado ou de “cócoras” acarreta dores nas articulações das pernas e/ou coluna vertebral, além de baixo rendimento pela mudança constante da posição de trabalho. Verifica-se também que o custo do valor da diária da mão de obra contratada tem aumentado em até 40%. Em alguns casos, quando os proprietários já estão com idade avançada e não querem contratar mão de obra externa, têm adotado outras espécies menos demandantes de mão de obra.

¹ Engº Agrº Elcio Félix Rampazzo, M.Sc. Entomologia Agrícola, Instituto EMATER.

O sistema hidropônico conduzido em substrato ou sem solo e em canteiros suspensos é conhecido também como semi-hidropônico (BORTOLOZZO et al., 2007; GIMÉNEZ, 2008). Essa inovação tecnológica propicia uma série de vantagens que vêm ao encontro das necessidades de muitos produtores, pois reduz as perdas provocadas pelo excesso de chuvas e/ou ventos frios; permite melhorar a ergonomia do trabalho, uma vez que o trabalhador realiza o manejo das plantas com o corpo ereto e em pé, reduzindo as dores nas articulações dos membros inferiores e coluna vertebral; aumenta os rendimentos das operações durante os tratamentos culturais e colheita; além de permitir que pessoas com idade avançada continuem ou retomem a atividade.

Segundo Lazzarotto e Fioravanco (2011), o cultivo do morango semi-hidropônico apresenta satisfatórios níveis de eficiência econômica e de viabilidade financeira, levando em consideração a produtividade e preços do mercado, sendo fundamental analisar o ciclo de dois anos, pois propicia condições para amortizar os investimentos, além de gerar condições favoráveis para otimizar o uso dos fatores de produção.

1.1 ASPECTOS RELATIVOS À CONSTRUÇÃO DA ESTUFA

Local

O local escolhido para a construção deve ser de fácil acesso, podendo estar próximo da residência ou casa de embalagem. O terreno escolhido deve ser plano ou com leve inclinação – caso contrário deve ser regularizado –, livre de sombreamento e protegido contra ventos fortes.

Modelo da estufa

Existem vários modelos adotados pelos agricultores, podendo ser em arco, túneis altos com arcos em tubos de PVC rígido, fixados ao solo, ou do tipo capela, com cobertura plana “duas águas”, ou o mais adotado pelos produtores, sendo com cobertura em arco de metal, com pé-direito em madeira (Figura 1). Outra opção é com pé-direito metálico. Há também o modelo tipo “Bandeirante” (Figura 2) com cobertura plana na forma de “uma água”, com pé-direito em madeira de eucalipto tratado. A cobertura plástica é fixada por arames, que se estendem até o solo. Em todos os modelos, a cobertura é feita com filme plástico transparente. O uso de cortinas plásticas ou tela nas laterais é opcional e depende da incidência de chuvas e ventos de cada localidade ou região.

Figura 1 – Estufa em arco (metálico) e com pé-direito de madeira (aparelhada).



Fonte: Rampazzo, 2013.

Figura 2 – Modelo “Bandeirante”.



Fonte: Rampazzo, 2015.

Orientação da construção

Segundo Bortolozzo et al. (2007), a orientação de construção da estufa em seu maior comprimento deve ser no sentido leste-oeste, para se tirar maior vantagem da radiação solar sobre as plantas. Em estufas que utilizam vigas de madeira acima das plantas para formar as “terças” ou “eitão”, inclusive para dar maior resistência na estrutura, o sentido leste-oeste faz com que haja uma redução no sombreamento dessa madeira e as mesmas se tornem mais eficientes na transmissão da radiação solar.

O maior comprimento da estufa poderá também ser direcionado no sentido do vento predominante e não perpendicular ao mesmo. Nos meses em que a temperatura é elevada, formam-se bolsões de ar quente no interior das estufas, reduzindo a umidade relativa do ar e criando condições favoráveis para a presença de pragas. A construção de janelas ou o uso de tela no “eitão” das extremidades (frente e fundo) facilita a circulação do vento e reduz o calor no interior das estufas.

O modelo e os materiais destinados à construção da estufa dependem de cada agricultor. Para reduzir os custos de produção, levam-se em consideração os materiais disponíveis na propriedade, como palanques de madeira ou alvenaria, bambu, arames, caibros, sarrafos, oriundos de construções antigas. Caso o produtor queira investir em estufas mais duradouras ou resistentes, com material metálico, poderá fazê-lo contratando empresas especializadas.

É mais comum, na construção dessas estufas, a combinação de madeira na base e utilização de arcos de metais ou cano de PVC para a estrutura de cobertura.

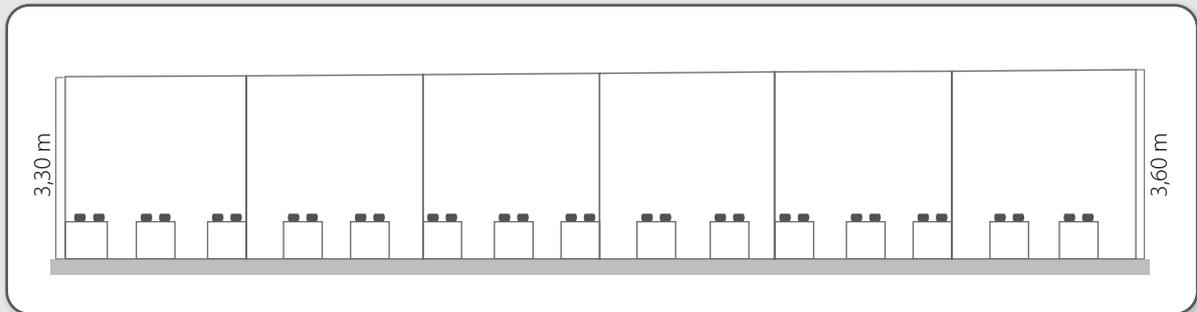
Dimensão das estufas

Convencionou-se um tamanho padrão da estrutura em arco, de 5,20 m de largura por 48,0 m de comprimento, com altura em torno de 2,30 m acima do solo, com a estrutura de suporte da cobertura em arco metálico. Essa largura é fixa e o comprimento pode ser alterado conforme o espaço disponível. Procura-se manter a altura do pé-direito, pois, se mais baixo, há acúmulo de ar quente em seu interior, interferindo no comportamento das plantas. Normalmente, as bobinas do filme plástico para cobertura possuem 6,0 m de largura e 100 m de comprimento, com espessura de 100 a 150 micras. As empresas de revenda não costumam fracioná-las em tamanho menor que 50 m, portanto esse comprimento do plástico daria para cobrir os 48 m de comprimento, ficando 1 metro de cada lado (frente e fundo) para cobrir o “eitão”. Para essa área de aproximadamente 249,6 m², estima-se o plantio de 3.040 mudas.

As estufas modelo “Bandeirante”, implantadas para o cultivo de outras espécies de olerícolas, também são construídas para o cultivo do morango. Essas estruturas, em modelo de “meia-água” possuem a largura em torno de 20 m, sendo o pé-direito acima do solo com 3,60 m na parte mais alta e 3,30 m de altura na parte mais baixa. Seu comprimento é de 48 m (essas dimensões podem ser alteradas para mais ou menos). Esse tamanho permite uma área coberta de 960 m². Plantam-se

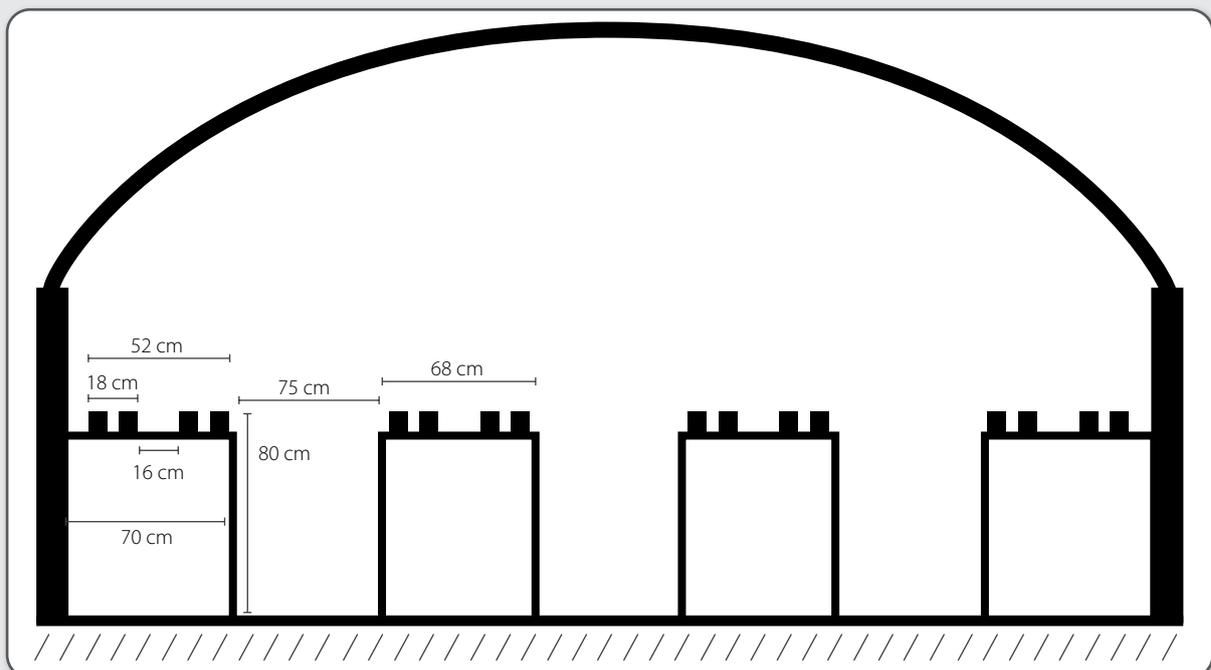
em torno de 11.400 mudas. Ainda são preliminares as observações sobre o desenvolvimento das plantas, temperatura, umidade relativa do ar e produtividade, no entanto, são boas as expectativas, principalmente por as temperaturas dos meses mais quentes serem mais baixas, devido à estrutura ser mais alta, permitindo melhor circulação do vento, além do custo de construção do m² ser menor.

Figura 3 – Modelo de estrutura da estufa “Bandeirante”.



Fonte: Rolla, Emater-PR, 2015.

Figura 4 – Modelo de estrutura em arco.



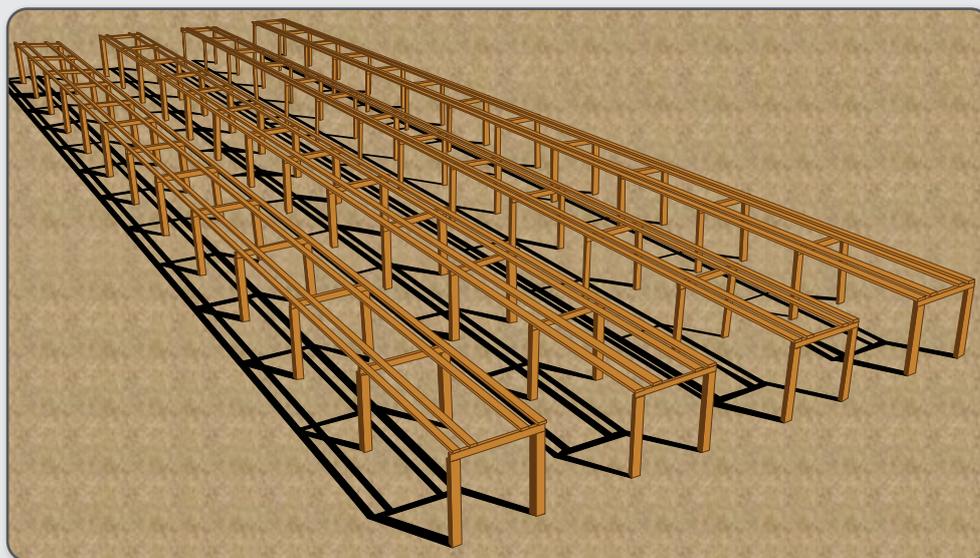
Fonte: Emater/RS-ASCAR.

Bancadas

O modelo da estrutura em arco, com 5,20 m de largura, permite a construção de 4 bancadas (figura 4). Em cada bancada, posiciona-se duas linhas das embalagens de substratos, também conhecida por bolsas ou “slabs”. As bancadas são separadas por um espaço livre entre elas, de mais ou menos 0,70 m, que permite a circulação e a realização dos tratos culturais e colheita.

Os pés direitos da bancada, com altura livre de 0,80 m, poderá ser de madeira aparelhada (caibros) ou roliça, com diâmetro de 6 a 8 cm, sendo mais comum de eucalipto tratado. Esses pé direitos, estão distanciados um do outro, em torno de 1,50 m. Para unir os pé direitos, usa-se travessa de madeira aparelhada (5 cm largura por 3 cm espessura). No comprimento da bancada, usa-se ripões com a mesma dimensão das travessas, para suporte das embalagens com substratos. Poderá também substituir esses ripões, utilizando varas de bambu, muito comum nas propriedades e que poderá reduzir os custos. Essas bancadas sustentarão as embalagens com os substratos e parte do sistema de irrigação.

Figura 5 – Bancadas.



Fonte: Zawadneak.

Figura 6 – Construção das bancadas.



Fonte: Rampazzo, 2013.

Estrutura para irrigação

O sistema de irrigação é composto por uma fonte de água limpa, recipientes de armazenamento de água, motor, bomba, filtros, condutores etc., compatíveis com o dimensionamento do projeto. Normalmente, implanta-se um conjunto de equipamentos que daria para atender mais de um módulo de estufa.

Mão de obra para construção

Considerando a estufa de modelo básico (madeira com arcos em metal), o próprio produtor poderá construir sua estrutura, uma vez que não necessita de mão de obra especializada, basta ter uma noção de carpintaria. Já para os modelos mais sofisticados, em metal ou a do tipo “Bandeirante”, recomenda-se a contratação de mão de obra ou empresas especializadas. Essas fornecem todos os materiais e mão de obra, entregando a estrutura pronta para o cultivo. Há também grupos de pessoas especializadas na montagem dessas estruturas, cabendo ao produtor a aquisição e transporte dos materiais até o local escolhido.

Custos

Os custos são variáveis, dependem dos materiais utilizados e da mão de obra contratada para montagem.

Tabela 1 – Estimativa do custo de produção das estruturas para o cultivo do morango sem solo, adotada pelos produtores no norte do Paraná – agosto/2015.

Tipo	Tamanho m ²	Materiais		Mão de obra		Custo das bolsas	Custo total	Custo/m ²
		Estrutura	Bancada	Estrutura	Bancada			
1	250	4.420,00	3.158,00	1.350,00	2.160,00	4.992,00	16.080,00	64,32
2	250	12.500,00	3.158,00	1.350,00	2.160,00	4.992,00	22.810,00	91,24
3	960	-	-	-	-	-	55.000,00	57,30

Fonte: Rampazzo, 2015.



OBSERVAÇÃO

Tipo 1 – Estrutura do tipo arco: com arco de metal, pé-direito de madeira roliça de eucalipto tratada, cobertura com plástico transparente de 100 micras, sem cortinas laterais, com bancada mista (madeira roliça e aparelhada), com 384 *slabs* de 1,0 m comprimento.

Tipo 2 – Estrutura do tipo arco: arcos e pé direito em metal, cobertura com plástico transparente de 100 micras e sem cortinas laterais, com bancada mista (madeira roliça e aparelhada), com 384 *slabs* de 1,0 m comprimento.

Tipo 3 – Modelo “Bandeirante”: pé-direito de madeira roliça de eucalipto tratado, cobertura em “meia-água” (3,60 m x 3,30 m, acima do solo), com plástico transparente 100 micras, fixo por arame galvanizado, com cortinas de tela transparente, bancadas mistas com 1.425 *slabs* com substratos de 1,0 m comprimento, cheios com substrato.



REFERÊNCIAS

BORTOLOZZO, A. R. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24p (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 62).

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. **Cultivo morango sem solo**. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.1, p. 273 – 279, jan-fev, 2008.

GOTO, R.; DA HORA, R. C. Avanços na área de cultivos protegidos para pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PEQUENAS FRUTAS, 4, 4-5 de jul. 2007, Vacaria, RS. **Anais ...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2007. p. 29-34. (DOC. 59).

ILHA, L. L. H. **Curso sobre produção de morango semi-hidropônico**. Apostila mimeografada.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. **Estudo de caso de eficiência econômica e viabilidade financeira da produção de morango em sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 16 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 88).

2 CULTIVARES DE MORANGUEIRO

Henly Key Shimizu²

Observa-se uma necessidade de busca incessante por novas cultivares vinda por parte de produtores e técnicos. Isso pode ser encarado tanto como uma SOLUÇÃO quanto como um PROBLEMA. Antes da aquisição das mudas de determinada cultivar, devem ser ponderados os seguintes aspectos:

- quais são os principais aspectos influenciadores;
- quais são os aspectos culturais dominantes dos produtores e técnicos no cultivo de morangueiro;
- quais são os fenótipos e biótipos que influenciam na escolha de uma cultivar;
- quais são as exigências de mercado;
- quais os diferentes aspectos fisiológicos entre as diversas cultivares;
- quais as cultivares disponíveis;
- qual será a forma de exploração das cultivares (tradicional ou prolongada - lavoura de 2 anos);
- como é realizada a propagação das cultivares;
- a reserva de frio de campo em mudas de morangueiro;
- informações disponíveis ao produtor sobre mudas importadas;
- legislação de proteção de cultivares e produção de mudas.

2.1 ASPECTOS CULTURAIS

Os aspectos culturais exercem forte influência no entendimento de produtores na condução de seus cultivos (a herança de conhecimentos adquiridos não pode ser esquecida, mas deve estar em constante evolução e melhoria). No passado, as cultivares predominantes no Brasil eram de dias curtos, portanto, tudo o que se entendia do cultivo de morangueiro estava baseado no manejo dessas cultivares. O grande problema disso é que a tendência atual é a utilização de cultivares neutras, fato este que muda muito a forma de manejar e conduzir o cultivo, ou seja, os conhecimentos adquiridos na forma de manejo das cultivares do passado não se aplicam para as cultivares modernas.

- Na antiga forma de manejo, a adoção de novas tecnologias, como a plasticultura, irrigação localizada e fertirrigação, foram adotadas rapidamente em regiões como a Serra Gaúcha e sul de Minas, porém, em Piedade e norte do Paraná essas tecnologias demoraram mais para ser adotadas, havendo ainda cultivos conduzidos com irrigação por aspersão nessas regiões.
- Quando se trata de pós-colheita, o mercado atual requer cada vez maior distribuição dos produtos em distâncias mais longas. Isso leva à necessidade de morangos com maior tempo de vida útil após a colheita, fazendo com que a escolha de cultivares mais

2 Henly Key Shimizu. Empresa Bioagro Comercial Agropecuária Ltda. keyshimizu@bioagrobr.com.br

adequadas e a adoção da cadeia de frio desde a colheita até o consumidor final ganhe grande importância.

- Na escolha de cultivares, os produtores geralmente limitam seus cultivos a tradições adotadas há muito tempo, baseadas em cultivares de dias curtos, as quais proporcionam a colheita durante um período por ciclo, em comparação com as cultivares neutras que possibilitam a condução por dois anos ou mais.
- No manejo de seus cultivos (tratos culturais).
- Formação de mudas (canteiros de formação de mudas ao lado de seus cultivos).
- Condução tradicional com maior carga de agroquímicos para proteção de seus cultivos contra pragas e doenças, ou optar pela adoção de alternativas sustentáveis e eficientes, como o uso da plasticultura aliada à irrigação localizada, o que faz diminuir a incidência de doenças fúngicas e, por consequência, diminuir também o uso de agrotóxicos, além disso, a irrigação adequada proporciona melhor equilíbrio hídrico e menor incidência de ácaro rajado.
- Mesmo com a aquisição de novas cultivares, alguns produtores continuam manejando da forma utilizada no passado, como em alguns lugares do sul de Minas, em que os produtores influenciados pela forma como sempre manejaram as cultivares de dias curtos, realizam os tratos culturais até final de agosto e, a partir daí, realizam somente a colheita até a senescência das plantas. Apesar disso, muitas vezes, o cultivo e o manejo são adequados, porém, o fator limitante é tempo de produção, vinculado a vícios regionais, cuja predominância era de cultivares de dias curtos, havendo tempo limitado de colheita em função de seu comportamento fisiológico.
- O produtor atual começa a explorar as diversas cultivares levando em consideração suas características e, dessa forma, começa a obter o máximo de resultado e rentabilidade que cada cultivar pode proporcionar.
- O produtor de morangos deve entender que as mudas que está adquirindo devem possuir origem, ter um processo de produção de acordo com certificação, fiscalizado por entidades oficiais, dentro de uma normativa oficial estabelecida, o que vem a lhe proporcionar maior segurança quanto à qualidade das mudas que estará utilizando.

Fenótipos e biótipos influenciam na escolha da cultivar?

Cada cultivar tem características que a diferenciam de outra, sendo distinguidas entre si por formato e cor de folhas, quantidade, tamanho e tempo de emissão de flores; tamanho da coroa, quantidade e profundidade de raízes, aspecto geral da planta, porte e frutos.

Das características citadas, as que influenciam na escolha do produtor por qual cultivar optar são principalmente as características dos frutos. Também levam em consideração a estrutura da planta, preferindo plantas mais compactas, facilitando a visualização dos frutos, colheita e controle de pragas e doenças.

2.2 MERCADO

Finalidade comercial

- Agroindústria (Ex.: Chile e Argentina) – realizam seus cultivos destinando sua produção principalmente para indústria (congelados e liofilizados). Tal fato ocorre porque o mercado *in natura* local é limitado.
- Mercado *in natura* (Ex.: Espanha e USA) – mercado para produtos frescos muito grande e compradores com bom poder aquisitivo.
- Dupla aptidão – indústria e *in natura* (oportunidade para o produtor brasileiro). No Brasil, há um grande mercado para produtos *in natura* e também para produtos destinados a indústria, com forte demanda para ambos.

Agroindústria – características desejáveis

- Grande rendimento.
- Fruto de tamanho mediano.
- Coloração vermelha intensa externa e interna.
- Cálice fácil de separar.
- Possuir qualidade industrial (lignina, pectina, teor de sólidos solúveis).

Mercado *in natura*

- Disponibilidade de fruta distribuída durante todo o ano.
- Fruto grande.
- Formato regular.
- Coloração vermelha uniforme.
- Sabor.
- Firmeza pós colheita.
- Resistência a transporte.
- Atratividade visual.

Mercado dupla aptidão

- As cultivares devem reunir as características tanto para o mercado *in natura* quanto para indústria.
- Manejo por 2 anos – oportunidade ao produtor brasileiro.
- Dificuldades dos mercados europeu e norte americano devido à falta de mão de obra e clima desfavorável.
- Dificuldades do mercado argentino e chileno – mercado consumidor e clima desfavoráveis.

Dupla aptidão – Vantagens do mercado brasileiro

- Possibilidade de explorar os mercados *in natura* e indústria durante os 12 meses do ano, de acordo com a conveniência.
- Vontade da agroindústria em buscar a produção brasileira (paga melhores preços se comparado ao passado, exige maior qualidade, segmenta e separa por qualidade, procura com maior intensidade).
- Estrutura fundiária do produtor, maior disponibilidade de mão de obra quando comparado com México, Estado Unidos e União Europeia. Observa-se que a estruturação da mão de obra no Brasil é diferente (principalmente familiar) se comparada a grandes produtores mundiais com a produção alocada em grandes propriedades ou empresas de produção agrícola.
- Clima – diversidade de regiões com grande diversidade de clima – basta entender os aspectos que favorecem ou prejudicam a produção de morangos.
- Possibilidade de acesso e adoção de tecnologia.

Dupla aptidão – dificuldades do mercado brasileiro

- Necessidade de quebra de paradigmas (principalmente os culturais).
- Os produtores ainda têm pouco acesso à informação para o cultivo de morangueiro.
- A adoção de novas tecnologias ainda é parcial.
- Falta entendimento do mercado.
- Certificação da produção.
- Dificuldades de ordem financeira.
- Melhorar a destinação da produção, principalmente para as frutas de produção de segundo ano após o mês de agosto (regiões quentes) ou outubro (regiões frias).
- Estrutura para destinação da produção, principalmente indústria.

2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

As cultivares de morangos podem ser divididas em dois grandes grupos:

- CULTIVARES DE DIAS CURTOS – necessitam menos de 12 horas de luz para desenvolver gemas florais.
- CULTIVARES NEUTRAS – possuem menor resposta ao fotoperíodo, podendo emitir gemas florais em qualquer período do ano.

A. Cultivares de dia curto

Camarosa

- Planta muito vigorosa.
- Sensível ao oídio.
- Fruto muito resistente, de grande tamanho durante toda a temporada.
- Uso *in natura* e na agroindústria.

Figura 7 – Planta com fruto, cultivar Camarosa.



Fonte: Bioagro.

Camino Real

- Planta pequena e ereta, permite altas densidades de cultivo e facilita a colheita.
- Sistema produtivo muito parecido à Camarosa.
- Sua fruta é grande e de cor interna e externa vermelho escuro.
- Planta muito tolerante a danos por chuva e sem problemas de polinização, sua porcentagem de deformação é muito baixa.
- Cultivar com maior tolerância a flor preta, e suscetível a botrits.

Figura 8 – Cultivar Camino Real.



Fonte: Bioagro.

Ventana

- Planta de bom desenvolvimento vegetativo.
- Boa qualidade de fruta.
- Bom rendimento de colheita.
- Muito precoce.

Figura 9 – Cultivar Ventana.



Fonte: Bioagro.

Palomar

- As plantas são muito compactas, e de menor tamanho dentro das cultivares comerciais, eretas e de fácil colheita.
- De grande precocidade 15 dias antes que Camarosa e Ventana.

Figura 10 – Cultivar Palomar.



Fonte: Bioagro.

Outras cultivares

- Benícia
- Mojave

Novas cultivares (pré-comerciais da Universidade de Califórnia – UC Davis)

- Mercede
- Fronteras
- Petaluna
- Granada

Limitante para essas cultivares serem liberadas para o Brasil: a legislação pertinente existe, mas falta o cumprimento de normativas referentes à proteção de cultivares por parte dos multiplicadores brasileiros e a fiscalização é deficiente por parte das entidades responsáveis sobre multiplicadores ilegais.

Mercado indústria *X in natura* – A indústria brasileira tradicionalmente se abastecia nos meses de agosto, setembro e outubro no excesso de oferta na principal região produtora do Brasil (sul do estado de Minas Gerais). Essa tendência está mudando, com a redução de oferta dessa região nesse período, com maior distribuição de compra por parte da agroindústria, tanto de períodos do ano, como também em busca de produtos de melhor qualidade.

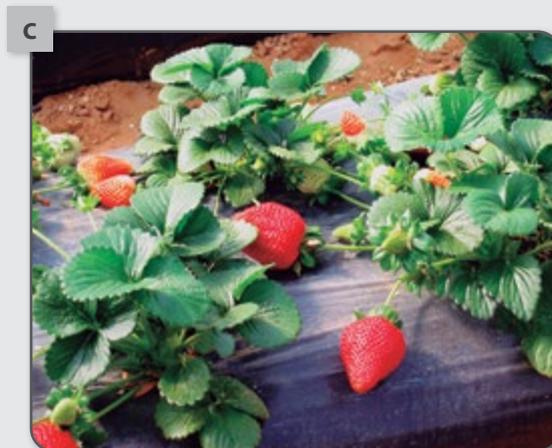
B. Cultivares neutras

- Tendência de mercado presente e futuro para o Brasil.
- Janela de plantio mais ampla.
- Oferta de produção de frutas distribuídas durante todo o ano.
- Melhor média de preços se comparadas a cultivares de dias curtos.
- Mão de obra – melhor programação, distribuição, aproveitamento e retenção.
- Melhor distribuição de recursos financeiros
- Facilidade na manutenção de clientes (entrega de frutas o ano todo).
- Maior produtividade por planta.
- Melhor custo-benefício, mais rentabilidade se comparadas a cultivares de dias curtos.

Albion

- Planta compacta.
- Fruto de grande calibre, de muito boa qualidade, bom sabor, firme.
- Coloração externa e interna vermelha.
- Grande rendimento de colheita.
- Aptidão para mercado *in natura* e indústria.

Figura 11 – Cultivar Albion.

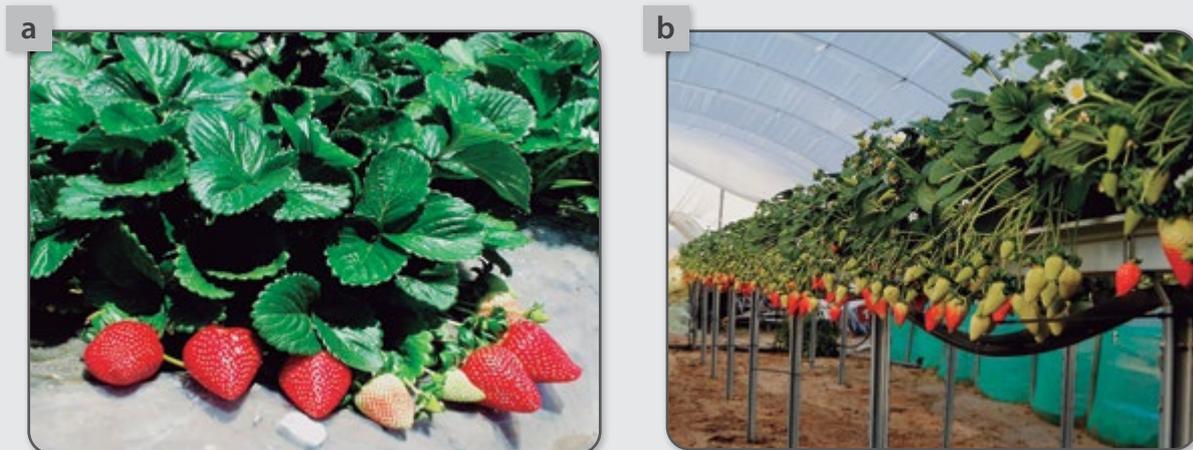


Fonte: Bioagro.

San Andreas

- Aparência excepcional e bom sabor.
- Bom pós-colheita.
- Baixa emissão de estolões.
- Ótimo potencial produtivo.
- Boa tolerância as principais doenças.

Figura 12 – Cultivar San Andreas.

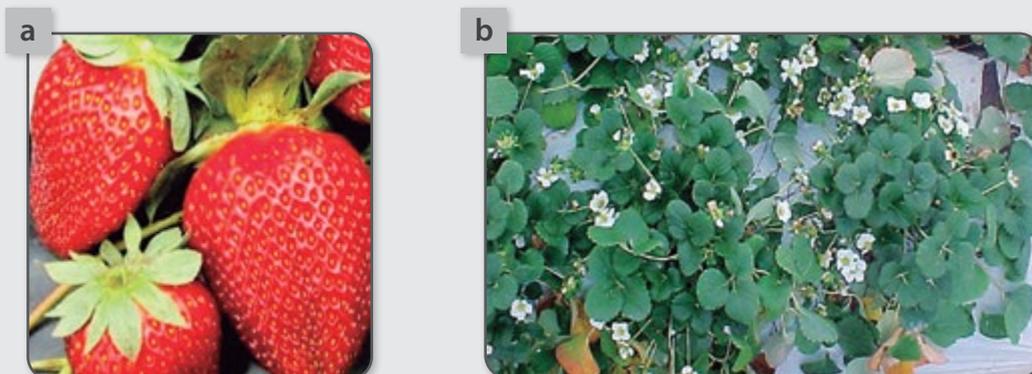


Fonte: Bioagro.

Aromas

- Planta mediana.
- Tolerante a problemas climáticos.
- Tolerante ao ataque de ácaros e fungos.
- Fruto grande, de menor tamanho que Albion e San Andreas, de grande qualidade.
- Bom sabor, firme.
- Seu interior é vermelho.
- Grande rendimento.

Figura 13 – Cultivar Aromas.



Fonte: Bioagro.

Monterey

- Sabor excepcionalmente doce.
- Planta vigorosa com grande potencial para plantio precoce.
- Cultivar de alta produtividade.

Figura 14 – Frutos Monterey.



Fonte: Bioagro.

Portolas

- Planta de dia neutro, podendo ser plantada na primavera e verão.
- Alto potencial produtivo.
- Frutos de cor suave e bom sabor.
- Continuidade de produção.

Figura 15 – Frutos Portolas.



Fonte: Bioagro.

2.4 FORMA DE EXPLORAÇÃO DAS CULTIVARES

- Tradicional: dias curtos.
- Prolongada: dias curtos (cultivo por 2 anos) intervalo sem produção de fevereiro ao início de junho.
- Dias neutros: cultivo no solo e fora de solo.
- Prolongada: dias neutros (solo e fora de solo) cultivo por 2 anos ou mais com possibilidade de produção por todo o ano.

Lavoura com 2 ciclos – planejamento

- Mudanças com sanidade, livres das principais doenças do cultivo do morangueiro.
- Eleger áreas sem graves problemas (fungos de solo, nematoides, etc.).
- Manejo do produtor durante o primeiro ciclo, preservando a condição sanitária e nutricional de seu cultivo.
- Continuidade de manejo no 2º ciclo.

Lavoura de 2 ciclos em cultivares neutras

- Continuidade de tratamentos culturais.
- Irrigação (água em oferta constante e equilibrada de acordo com o ambiente).
- Controle fitossanitário.
- Manter programa nutricional em equilíbrio.

Condução pelo 2.º ciclo

- Economicamente viável.
- Disponibilidade de frutas durante todo o ano.
- Boa oferta de frutas durante o período em que lavouras novas possuem pouca produção.
- Melhora o preço médio final.
- Explorar mercado *in natura* e agroindústria.
- Custo-benefício favorável.

Condução pelo 2º ciclo – ALBION

- Cultivar Albion necessita de maior disponibilidade de água.
- Mais exigente na escolha da área.
- Melhor qualidade e tamanho de frutas em lavouras de 2º ano se comparado a outras cultivares.

2.5 PROPAGAÇÃO DE PLANTAS DE MORANGUEIRO

As mudas de morangueiro mais cultivadas são provenientes da Agrícola Llahuen, localizada no Chile, e possuem como principais características:

- qualidade de planta;
- viveiro certificado (SAG – Chile);
- viveiro credenciado junto a U.C.;
- condição climática ideal para multiplicação de planta de morango;
- reserva de frio a campo (vigor e produtividade);
- sanidade de plantas;
- condução e manejo ideais;
- autenticidade genética.

Figura 16 – Campo de produção de mudas.



Fonte: Agrícola Llahuen

Figura 17 – Mudanças com raízes limpas.



Fonte: Agrícola Llahuen

Figura 18 – Mudanças embaladas.



Fonte: Agrícola Llahuen

Reserva de frio a campo

Proporciona vigor para a planta em seu desenvolvimento inicial.

Com temperaturas abaixo de 7 °C, a planta passa a acumular frio. Nesse processo, ela transloca amido e carboidratos para coroa e raiz e proporciona o equilíbrio hormonal na planta.

Com essas reservas adquiridas, proporcionadas pelo frio a campo, a planta tem maior vigor para um bom desenvolvimento vegetativo e desenvolvimento inicial uniforme, ocasionando um bom padrão de lavoura. Também poderá expressar seu potencial produtivo dentro dos padrões proporcionados por sua carga genética.

A necessidade mínima da quantidade de horas frio de campo é muito distinta de uma cultivar para outra, tendo algumas uma baixa requisição de frio, e outras uma altíssima requisição. O desafio está em encontrar a quantidade de horas de frio de campo ideal para cada cultivar. Em todas as cultivares, é melhor uma carga maior que a necessidade mínima, do que abaixo disso.

Figura 19 – Detalhe das raízes (a); Plantas com alta carga de frio acima de 500 horas – viveiro antes de ser colhido (b).



Fonte: Agrícola Llahuen.

Figura 20 – Planta 1 semana após transplante – vigor proporcionado pela carga frio de campo.



Fonte: Agrícola Llahuen

Considerações importantes no manejo de mudas

- Reidratar mudas antes de plantar.
- Tratar as mudas antes de plantar.
- Não cortar raízes.
- Não armazenar mudas em câmaras frigoríficas por períodos prolongados (superior a 3 dias).
- Realizar o plantio corretamente.
- Evitar o plantio com raízes tortas ou emboladas.
- Evitar o plantio muito superficial.
- Evitar o plantio muito profundo.
- Plantio correto da coroa no nível do solo.
- Evitar bolsões de ar na parte radicular no plantio das plantas.
- Utilizar mudas de qualidade: o primeiro passo para obter bons resultados.

2.6 LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES E PRODUÇÃO DE MUDAS

Legislação no SNPC

A multiplicação de mudas de morangos está amparada tanto com relação a proteção de cultivares como na multiplicação em si em legislação específica conforme abaixo:

Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997, também conhecida como Lei de Proteção de Cultivares, e **Decreto n. 2.366, de 5 de novembro de 1997**.

Estipula o artigo 9º da Lei n. 9.456:

A proteção assegura a seu titular o direito à reprodução comercial no território brasileiro, ficando vedados a terceiros, durante o prazo de proteção, a produção com fins comerciais, o oferecimento à venda ou a comercialização, do material de propagação da cultivar, sem sua autorização. (BRASIL, 1997)

Prevê o artigo 37 dessa mesma lei:

Aquele que vender, oferecer à venda, reproduzir, importar, exportar, bem como embalar ou armazenar para esses fins, ou ceder a qualquer título, material de propagação de cultivar protegida, com denominação correta ou com outra, sem autorização do titular, fica obrigado a indenizá-lo, em valores a serem determinados em regulamento, além de ter o material apreendido, assim como pagará multa equivalente a vinte por cento do valor comercial do material apreendido, incorrendo, ainda, em crime de violação dos direitos do melhorista, sem prejuízo das demais sanções penais cabíveis. (BRASIL, 1997)

Legislação para produção de mudas de morango

Instrução Normativa n. 28 de 18/09/2012

CAPÍTULO I

DA PRODUÇÃO E DA COMERCIALIZAÇÃO DAS PLANTAS FORNECEDORAS DE MATERIAL DE PROPAGAÇÃO DE MORANGUEIRO

[...]

Art. 3º As plantas fornecedoras de material de propagação de morangueiro, quais sejam: Planta Básica, Planta Matriz, Jardim Clonal e Campo de Plantas Fornecedoras de Material de Propagação sem Origem Genética Comprovada, deverão ser inscritas junto ao órgão de fiscalização da Unidade da Federação onde elas estiverem localizadas.

Parágrafo único. A solicitação de inscrição de Campo de Plantas Fornecedoras de Material de Propagação sem Origem Genética Comprovada só poderá ser requerida para as plantas cujas cultivares não possuam mantenedor no Registro Nacional de Cultivares - RNC.

Art. 4º A Planta Matriz deverá ser composta por plantas cujo material de propagação se originou de Planta Básica, por meio de propagação in vitro.

Art. 5º O Jardim Clonal deverá ser composto por plantas cujo material de propagação se originou de Planta Básica ou de Planta Matriz.

Art. 6º A inscrição das plantas fornecedoras de material de propagação de morangueiro deverá ser solicitada por meio de:

I – requerimento de inscrição, com as respectivas coordenadas geodésicas (latitude e longitude), expressas em graus, minutos e segundos, tomadas no ponto central da área, conforme modelo constante no Anexo I desta Instrução Normativa;

II – comprovante de recolhimento da taxa correspondente, quando for o caso;

III – comprovação da origem genética;

IV – contrato com o certificador, quando for o caso;

V – Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, relativa à atividade;

VI – croqui de acesso à propriedade e da localização, conforme o caso, da Planta Básica, Planta Matriz, Jardim Clonal ou do Campo de Plantas Fornecedoras de Material de Propagação sem Origem Genética Comprovada, na propriedade; e

VII – autorização do detentor dos direitos da propriedade intelectual da cultivar, no caso de cultivar protegida no Brasil.

§ 1º O produtor deverá comprovar a origem genética prevista no inciso III do caput, em quantidade compatível com o número de plantas a serem inscritas, por meio de cópia dos seguintes documentos:

I – quando se tratar de inscrição de Planta Básica: Atestado de Origem Genética, conforme modelo constante do Anexo VIII desta Instrução Normativa;

II – quando se tratar de inscrição de Planta Matriz:

a) nota fiscal de aquisição do material de propagação, em nome do produtor ou do cooperante, quando adquirido de terceiros; e

b) Atestado de Origem Genética do material de propagação oriundo da Planta Básica, conforme modelo constante do Anexo VIII desta Instrução Normativa. (BRASIL, 2012)

“Termo de declaração de responsabilidade de não multiplicação de cultivares protegidas”

O **“termo”** comunica quem é o detentor dos direitos de exploração comercial das cultivares “Universidade de Califórnia – através de seu Master licenciado **EUROSEMILLAS**”.

Comunica quais são as cultivares protegidas da Universidade da Califórnia.

Notificação de proibição de multiplicação sem autorização e respectivo licenciamento do obtentor da cultivar.

Direito de uso da cultivar, desde que vendida com nota fiscal, especificando claramente qual a cultivar por **“multiplicador (produtor) ou revendedor autorizado” exclusivamente para plantio com a finalidade de produção de frutas.**



REFERÊNCIAS

AGRÍCOLA LLAHUEN. Disponível em: <<http://www.llahuen.com/>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

BRASIL. Instrução Normativa n. 28 de 18 de setembro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília-DF, n. 182, Seção I, p. 8.

BRASIL. Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997. Diário Oficial da União, Brasília-DF, Seção I, p. 8241.

BIOAGRO. Disponível em: <<http://www.bioagrobr.com.br/>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

Gabriel Nachtigall Marques³

Roberta Marins Nogueira Peil⁴

O morangueiro cultivado (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta perene de clima temperado pertencente à família *Rosaceae*. Assim, apesar de, habitualmente, ser cultivada como planta anual, de maneira geral, a sua fisiologia do desenvolvimento responde às variações dos elementos do clima, fotoperíodo e temperatura de maneira semelhante à das demais rosáceas perenes de clima temperado. Isto é, a redução do fotoperíodo induz à dormência fisiológica, sendo necessário o acúmulo de horas de frio para a superação da dormência.

O sistema de produção da cultura caracteriza-se por dois segmentos muito distintos: a etapa de produção de mudas, normalmente realizada em viveiros comerciais, e a etapa de cultivo para a produção de frutas. Os elementos do clima vão atuar de forma determinante sobre a fisiologia das plantas em ambas as etapas, influenciando o desempenho produtivo da cultura.

3.1 FISILOGIA DO FLORESCIMENTO

A fisiologia do morangueiro, no que diz respeito aos aspectos envolvidos no florescimento, tem sido alvo de estudos há mais de setenta anos. Porém, as substâncias reguladoras (fitorreguladores) envolvidas nos processos que desencadeiam o florescimento ainda são parcialmente desconhecidas, deixando uma extensa lacuna a ser preenchida pelo conhecimento advindo da genética molecular (Taylor, 2002).

Considerando as fases fenológicas da cultura do morangueiro, a transição da fase vegetativa para a reprodutiva, visualmente marcada pelo florescimento, é descrita por três processos: indução, iniciação e diferenciação floral (Durner; Poling, 1985).

A indução floral refere-se aos processos ocorridos nas folhas em exposição aos estímulos indutores (condições ambientais), definindo a formação de uma estrutura reprodutiva. Já a iniciação floral abrange as modificações fisiológicas e morfológicas produzidas no meristema apical após sofrer a indução, ocorrendo a formação das gemas floríferas. Por fim, a diferenciação engloba o desenvolvimento das gemas floríferas e o florescimento.

O fotoperíodo e a temperatura são considerados os principais elementos do clima responsáveis pela transição da fase vegetativa para a reprodutiva na cultura do morangueiro.

De acordo com a resposta ao fotoperíodo, as cultivares de morangueiro são classificadas em diferentes grupos de florescimento. Por definição, as cultivares de “dia curto” (DC) são aquelas que florescem sob condições de fotoperíodo abaixo de um determinado comprimento do dia (em torno de 8 até 11 h). Por outro lado, as cultivares de “dia longo” (DL), as quais são pouco utilizadas

3 Eng^o Agr^o Doutorando em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, UFPel/FAEM, Pelotas-RS; e-mail: gabrielnmarques@hotmail.com

4 Eng^o Agr^o, Prof^a Dr^a do Departamento de Fitotecnia, UFPel/FAEM, Campus universitário s/n, CEP 96010-900 Pelotas-RS; e-mail: rmpeil@ufpel.edu.br

comercialmente, florescem em condições de fotoperíodo superior a 12 h. Por sua vez, as cultivares denominadas de “dia neutro” (DN) são aquelas que possuem reduzida sensibilidade ao comprimento do dia para florescer, florescendo, de fato, sob quaisquer condições de fotoperíodo.

Para as cultivares de DC, a interação fotoperíodo x temperatura é fundamental para o processo de florescimento. Quanto menor o fotoperíodo, maior poderá ser a temperatura para o processo de indução floral e vice-versa. De maneira geral, as cultivares de DC requerem fotoperíodo curto e temperatura próxima de 15 °C para uma adequada indução floral, acarretando na posterior formação de botões florais.

Contudo, alguns pesquisadores apontam que a temperatura é um elemento determinante para o florescimento da cultura, talvez, inclusive, com maior impacto sobre este processo do que o fotoperíodo. Já foi comprovado que quando essas cultivares são submetidas a temperaturas mais baixas (abaixo de 14 °C), a formação de botões florais ocorre independente do fotoperíodo (GUTTRIDGE, 1985). Estudos mais antigos (ITO; SAITO, 1962; HEIDE, 1977) relatam que o florescimento pode ocorrer mesmo sob condições de dias longos (até próximo de 24 h de luz), porém sob temperatura abaixo de 15 °C. Assim, pode-se afirmar que a temperatura pode modificar e, até mesmo, anular o efeito fotoperiódico.

Não obstante, para um ótimo florescimento das cultivares de DC, como mencionado, deve haver a combinação de dias curtos (abaixo de 11 h) e temperaturas baixas (14-15°C) durante determinado período (ciclos indutivos) na fase de indução floral. Porém, devido à natureza octaploide das cultivares comerciais (*F. x ananassa*), é esperada grande variação no comportamento dessas plantas, ainda mais se tratando de diferentes composições genotípicas expostas às diversas condições ambientais reinantes nas distintas regiões produtoras.

Outro aspecto interessante diz respeito ao número de ciclos indutivos (quantidade de dias em que a planta foi exposta aos estímulos indutivos) necessários para causar a indução floral na planta. Diversas pesquisas relatam diferentes resultados, variando de 10 até 28 dias em condições de DC e temperatura de 15 e 18 °C, respectivamente. Vale ressaltar, de forma geral, que quanto mais próximo de 14-15 °C for a temperatura, menor será o tempo de indução necessário.

O termo “dia neutro” (DN) foi empregado para expressar o hábito de florescimento de algumas cultivares que floresciam sob ampla variação de fotoperíodo, apresentando, conseqüentemente, contínuos fluxos de floração. De maneira que, para facilitar o entendimento e classificação desses materiais genéticos, admitiu-se como regra o caráter de “insensibilidade” ao fotoperíodo. De modo semelhante às cultivares de DC, a base genética das cultivares de DN também é muito ampla, repercutindo em diferentes expressões ecofisiológicas. No entanto, a temperatura é o principal fator responsável pela indução e diferenciação floral nestas plantas.

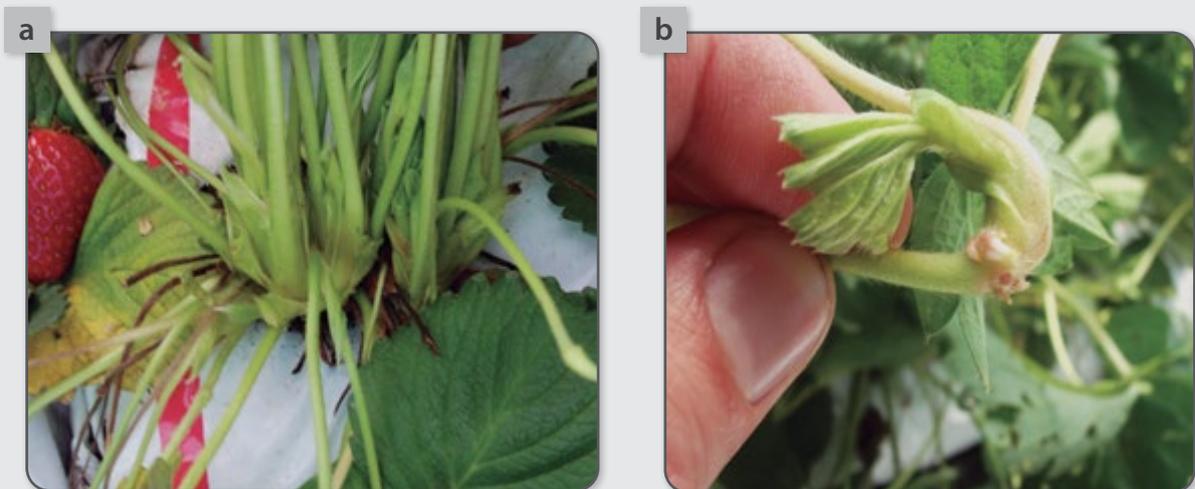
Para as cultivares de DN, a temperatura ótima para a produção de gemas floríferas situa-se ente 18 e 26 °C, sendo que a elevação da temperatura (acima de 28-30 °C) resulta na redução do número de flores, podendo, inclusive, o florescimento ser totalmente inibido. Por outro lado, temperaturas extremamente baixas (inferiores a 10 °C) também causam inibição do florescimento, motivado pela redução e/ou desaceleração do metabolismo e crescimento da planta.

3.2 EVOLUÇÃO DO CICLO FISIOLÓGICO E PRODUTIVO DO MORANGUEIRO X ELEMENTOS DO CLIMA

O morangueiro apresenta um caule rizomatoso denominado de coroa, podendo ser considerado como o centro de crescimento da planta (Figura 21a). Dos nós presentes nesse órgão extremamente dinâmico são emitidas as folhas. Nas axilas dessas folhas, encontram-se gemas axilares que, conforme a condição meteorológica e/ou nutricional da planta, podem originar novas coroas, estolões ou inflorescências.

Comercialmente, o morangueiro é propagado via enraizamento de mudas originadas de estolões. Isso é possível devido à presença de nós (tecido meristemático) nos estolões, os quais, quando em contato com o substrato ou solo, enraízam facilmente (Figura 21b).

Figura 21 – Coroa (a) e nó do estolão (b) de plantas da cultivar Camarosa, cultivada em substrato com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão, UFPel.



Fonte: Marques, 2014.

A maioria dos produtores de morango do sul do Brasil utiliza mudas provenientes de viveiros localizados no Chile e na Argentina. O principal motivo dessa importação está relacionado à elevada qualidade fisiológica e sanitária, repercutindo em maior produtividade de frutas.

A instalação de plantas matrizes no viveiro para produção de mudas ocorre na primavera, quando as condições de elevado fotoperíodo e temperatura favorecem o crescimento vegetativo e a emissão de estolões. Após esse intenso período de crescimento vegetativo, no final do verão/início do outono (fevereiro/março), motivadas pela redução da temperatura e fotoperíodo, as mudas emitidas a partir de estolões da planta matriz acumulam carboidratos na forma de amido nas raízes e coroa para utilização após a dormência. Essa etapa que antecede o período de dormência é extremamente importante para que seja alcançado elevado potencial fisiológico e produtivo das mudas. Paralelamente à redução de crescimento e ao acúmulo de reservas, ainda está ocorrendo a produção de novas plantas originadas de estolões, e é nesse período que ocorre a indução floral, normalmente, ainda no viveiro. Face às exigências climáticas para uma boa indução floral, pode-se afirmar que a qualidade fisiológica da muda está atrelada ao seu local de produção.

As cultivares de DC possuem elevada capacidade de emissão de estolões, podendo uma única planta emitir mais de dez estolões de primeira ordem e, no total, mais de 200 mudas comerciais. Por outro lado, as cultivares de DN produzem menos estolões, mesmo sob condição de elevados fotoperíodo e temperatura.

Para superar a dormência, o morangueiro necessita de determinado acúmulo de horas de frio. Alguns pesquisadores citam valores em torno de 380 até 700 horas com temperaturas abaixo de 7,2 °C, podendo variar com a cultivar. Porém, as cultivares empregadas no Brasil são de baixa exigência em frio, exigindo somente de 100 a 150 horas. Normalmente, essa exigência é suprida no próprio viveiro, pois estes estão localizados em regiões de baixas temperaturas noturnas (região da Patagônia e regiões próximas à base da Cordilheira dos Andes), mesmo no final do verão e início do outono, quando as mudas passam pelo processo de dormência. Assim, quando as mudas chegam aos produtores brasileiros, já passaram pelo processo de superação de dormência e estão aptas ao florescimento.

Entretanto, o transplante das mudas importadas tem ocorrido tardiamente em função de frequentes atrasos na entrega do material. Vários problemas relacionados à logística de distribuição fazem com que essas mudas cheguem às mãos do produtor apenas no final de maio/junho (DC) e final de junho/julho (DN), quando o adequado seria realizar o transplante das cultivares de DC em março/abril e das de DN em maio. Os piores resultados desse atraso são observados com as cultivares de DC, visto que o plantio tardio atrasa o início da colheita no inverno, reduzindo ainda mais o período de produção.

Habitualmente, as mudas chilenas de DC são entregues entre a segunda quinzena de maio e a primeira quinzena de junho, sendo raras as colheitas antes da metade de agosto. Efetivamente, a colheita das cultivares de DC se distribui no decorrer de quatro meses (setembro, outubro, novembro e dezembro), sendo outubro e novembro os meses de maior pico.

No final do inverno e início da primavera, com a elevação gradual do fotoperíodo e da temperatura, há gradativa evolução do crescimento vegetativo e do florescimento do morangueiro de DC. Nesse período, além da frutificação, essas cultivares incrementam o diâmetro da coroa, o número e o tamanho das folhas, atingindo a máxima área foliar em novembro/dezembro (Figura 22a). Paralelamente, também ocorre a iniciação de estolões (Figura 22b). Ao final da primavera, em condições de fotoperíodo maior que 12-14 h e temperaturas superiores a 28 °C, a planta é estimulada a iniciar a produção de estolões, com contínuo detrimento da emissão de inflorescências, até a inibição total do florescimento no verão.

Assim, no verão (extremos máximos de fotoperíodo e temperatura) há drástica redução da floração e frutificação, enquanto os estolões são constantemente emitidos e crescem rapidamente.

Figura 22 – Plantas da cultivar Camarosa em plena frutificação e aumento do crescimento vegetativo (outubro) (a) e em fase de emissão de estolões (dezembro) (b) cultivadas em substrato com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão, UFPel.



Fonte: Marques, 2014.

As cultivares de DN não entram em processo de dormência fisiológica, o que associado à insensibilidade ao fotoperíodo, favorece o florescimento contínuo. Frutificam sempre que as temperaturas sejam suficientemente elevadas para manter o desenvolvimento vegetativo (SANTOS, 2003). Porém, em condições de temperaturas excessivamente elevadas (superiores a 28 °C) tem o seu florescimento diminuído. Por outro lado, em condições de temperaturas baixas (inferiores a 14-16 °C), as plantas têm seu metabolismo reduzido, o que ocasiona a inibição do florescimento em condições de invernos severos, com elevada ocorrência de geadas. A produção de estolões também ocorre no verão e continua até o início dos dias curtos no outono (SANTOS, 2003).

3.3 CULTIVO EM SUBSTRATO: CULTIVARES DE DIA CURTO (DC) OU DE DIA NEUTRO (DN)?

Os tradicionais produtores de morango do Rio Grande do Sul realizavam o cultivo no solo e, geralmente, empregavam somente cultivares de DC. Logo, a produção era distribuída ao longo de quatro a cinco meses, no máximo, havendo picos de produção em outubro/novembro. O elevado período de entressafra era, e ainda continua sendo, uma das desvantagens do sistema convencional de produção com cultivares de DC.

A possibilidade de redução da entressafra foi um dos principais benefícios promovidos pela introdução das cultivares de DN. Devido às características de florescimento dessas cultivares, a produção avança durante o período de verão, alcançando os meses de dezembro/janeiro e estendendo-se até o outono. Consequentemente, o produtor conquista melhores preços, embora sem picos de produção.

Entretanto, em função da própria pluriatividade da propriedade e da falta de orientação técnica, muitos produtores adotavam para as cultivares de DN o mesmo manejo tradicionalmente empregado para as de DC. Assim, permanecia o problema da sazonalidade de produção.

O surgimento do sistema de cultivo em substrato sob ambiente protegido, descrito por Bortolozzo et al. (2007), proporcionou grande estímulo para a utilização das cultivares de DN. Isso é explicado pelo elevado investimento necessário para implantação do sistema de cultivo em substrato. Logicamente, o retorno seria mais rápido com cultivares de DN, pois a produção fora da época convencional permitiria maior agregação de valor ao produto colhido.

Há relatos de que nos municípios produtores da Serra Gaúcha e do Vale do Caí-RS, cerca de mais de 90% dos produtores de morango já produzam fora do solo com o emprego de substrato. Estima-se que 80% das plantas sejam de DN, prevalecendo as cultivares Albion, Aromas e, recentemente, San Andreas.

Além disso, outro ponto relevante que também contribuiu para a preferência de plantas de DN no cultivo em substrato está relacionado com o seu menor vigor vegetativo quando comparadas às cultivares de DC. Uma vez que no interior do ambiente protegido deve-se otimizar o aproveitamento da área, plantas de elevado crescimento vegetativo dificultam o estabelecimento de elevadas densidades populacionais. Como exemplo, cita-se a cultivar de DC Camarosa, que, apesar de sua alta produção, é uma planta de crescimento vegetativo muito vigoroso.

Porém, mesmo assim, em alguns casos, a associação de cultivares de DC e de DN pode ser interessante do ponto de vista de distribuição da colheita ao longo do ano. A cultivar de DC Camino Real caracteriza-se por expressar menor vigor vegetativo, além de ser uma planta mais compacta e ereta que a Camarosa, podendo ser uma boa alternativa de planta de DC para o cultivo em substrato.

Em condições de ambiente protegido e cultivo em substrato com fornecimento de solução nutritiva, as cultivares de DC se comportam de forma muito semelhante à observada nos tradicionais sistemas de produção, não sendo possível estender o período de produção de frutas além do final de dezembro/início de janeiro. Entretanto, devido à proteção da cultura contra as geadas e ainda o ganho térmico no período de inverno, proporcionado pelo ambiente protegido, o início da colheita das cultivares de DC pode ser antecipado para junho, o que garante a obtenção de preços excelentes no mercado. Além disso, a adequada disponibilidade de nutrientes provindos da solução nutritiva associada às características físicas e químicas do substrato contribui para o aceleração do crescimento inicial da cultura.

Se por um lado cultivares como a Camarosa têm a produção paralisada de janeiro até junho, cultivares de DN como a San Andreas e Albion são capazes de produzir continuamente (Figuras 23a e 23b). O principal fator limitante para o florescimento dessas cultivares é a elevada temperatura (> 28 °C), ocorre uma significativa redução da produção nos meses mais quentes do ano (janeiro/fevereiro).

Figura 23 – Planta da cultivar Camarosa no início de janeiro (a) e San Andreas produzindo em abril/maio (b). Capão do Leão, UFPel (a) e Propriedade do produtor Alvacir Neuschrank, no Município de Turuçu (b).



Fonte: Marques, 2015.

Devido ao elevado preço, aos problemas de logística da muda importada e também pelas características da fisiologia de produção das cultivares de DN, muitos produtores de morangueiro em substrato utilizam a planta por pelo menos dois anos (produção de segundo ano) ou provocam o enraizamento de estolões originados de plantas em produção de frutas (Figura 24a).

Em relação ao manejo adotado para a produção de segundo ano, no final do verão (março/abril) é realizada uma poda drástica da planta (Figura 24b), eliminando-se todas as folhas com um corte logo acima da coroa. Tem-se observado, após essa prática, que o morangueiro de DN cultivado em substrato emite rapidamente novas folhas e inflorescências, restabelecendo a produção cerca de 30 a 40 dias depois. Entretanto, há também a opção de não realizar esta poda. Nesse caso, a planta seguirá florescendo e produzindo se a temperatura for adequada. Porém, embora havendo um vazio produtivo motivado pela realização da poda, é interessante sua realização para restabelecer o equilíbrio entre a fração vegetativa e a reprodutiva, bem como proporcionar o aproveitamento mais eficiente da radiação solar, visto que, na época de realização da poda, a temperatura e o fotoperíodo são decrescentes. Outro aspecto favorável à poda diz respeito à manutenção da sanidade vegetal, pois são removidas todas as folhas, inclusive aquelas infectadas por fungos.

Figura 24 – Enraizamento de estolões em copos plásticos preenchidos com substrato (a) e planta podada para o cultivo de segundo ano (b). Capão do Leão, UFPel.

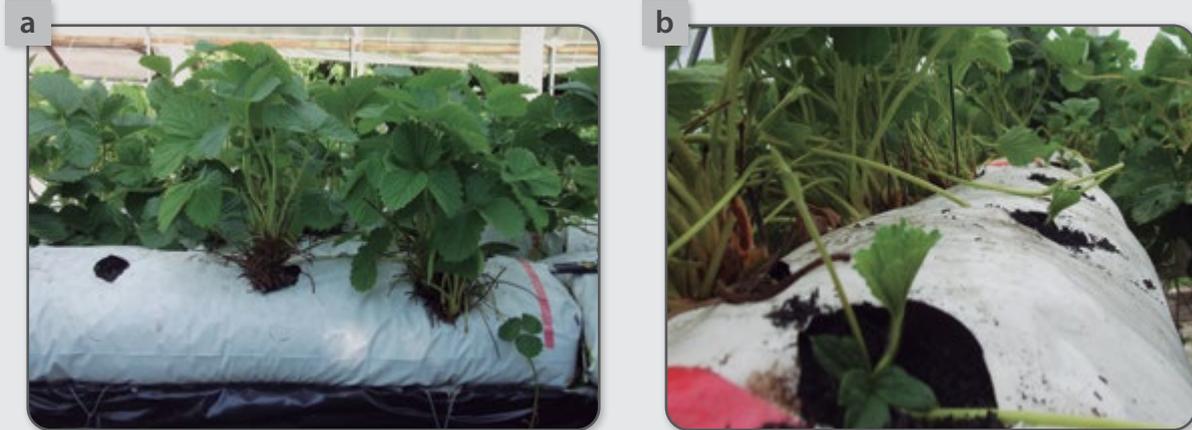


Fonte: Marques, 2015.

Por sua vez, sob condições de cultivo em substrato e ambiente protegido, as cultivares de DC em segundo ano de cultivo não entram em dormência absoluta no final do outono. Durante o período compreendido entre fevereiro e junho, a planta pode emitir algumas flores, porém estas são abortadas ou geram frutas muito pequenas, não sendo possível a produção comercial (Figura 25a).

O enraizamento de estolões oriundos de plantas em produção de frutas é uma prática adotada em menor proporção do que o cultivo de segundo ano. Observa-se que os estolões de primeira ordem enraízam adequadamente em um período de cinco a sete dias, sendo possível destacar a nova planta da planta mãe em aproximadamente 15 a 20 dias a partir do momento em que foi efetivado o contato do nó do estolão com o substrato (Figura 25b).

Figura 25 – Plantas da cultivar de DC Camarosa em período de baixo crescimento vegetativo e ausência de florescimento (a) e o enraizamento de estolões produzidos por plantas em produção de frutas (b) em substrato com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão, UFPel.



Fonte: Marques, 2015.



REFERÊNCIAS

- BORTOLOZZO, A. R. et al. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007, 23 p. (Circular Técnica, 62).
- DURNER, E. F.; POLING, E. B. Comparison of three methods for determining the floral or vegetative status of strawberry plants. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** v. 110, p. 808-811, 1985.
- GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: CRC Handbook of Flowering, Vol. III. A.H. Haley (Ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 16-33, 1985.
- HEIDE, O. M. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. **Physiologia Plantarum**, v. 40, p. 21-26, 1977.
- ITO, H.; SAITO, T. Studies on the flower formation. **Tohoku J. Agric. Res**, v. 13, p. 191-203, 1962.
- SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.). **Morango produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 24-30.
- TAYLOR, D. R. The physiology of flowering in strawberry. **Acta Horticulture**, v. 567, p. 245-251, 2002.

Gabriel Nachtigall Marques⁵
Roberta Marins Nogueira Peil⁶

A produção de hortaliças em cultivos sem solo vem crescendo de forma acelerada, empregando-se, comumente, dois tipos de sistemas de cultivo sem solo: a hidroponia e o cultivo em substrato.

Apesar de recente, o emprego de substratos e o fornecimento de nutrientes exclusivamente via líquida já é realidade para muitos produtores de morango do Sul do Brasil. Em várias localidades verifica-se o avanço acelerado do cultivo do morangueiro em substrato, demonstrando, na prática, que essa forma de produção vem atendendo às necessidades do produtor moderno.

Diversos fatores contribuem para o emprego preferencial dos sistemas de cultivo em substrato em relação à hidroponia para a cultura do morangueiro. Para Andriolo (2002), o sistema radicular das plantas é melhor aerado e, também, é menor o custo com energia elétrica para o acionamento das motobombas, visto que em função da capacidade que possui o substrato em reter solução nutritiva, são necessárias menos irrigações. Hennion e Veschambre (1997) e Lieten (1998) ressaltam que os substratos proporcionam maior inércia térmica às raízes. Outro ponto importante, que pode ser considerado como uma das principais vantagens do cultivo em substrato em relação à hidroponia, está baseado no poder tampão que é conferido pelo substrato ao sistema. Complementarmente, o emprego de substratos em cultivos sem solo proporciona o aproveitamento de materiais orgânicos que antes eram descartados de forma inadequada (por exemplo, a casca de arroz e outros resíduos orgânicos), configurando problemas ambientais.

Basicamente, existem dois tipos de sistemas de cultivo em substrato para a cultura do morangueiro: o sistema aberto e o sistema fechado.

De forma geral, o cultivo em sistema aberto emprega substratos com misturas de compostos orgânicos e não ocorre a coleta da solução nutritiva lixiviada, a qual é liberada diretamente no solo. Atualmente, esse sistema representa a grande maioria dos cultivos comerciais de morango em substrato no Brasil.

O sistema fechado surge como uma alternativa de redução do desperdício de água e de fertilizantes, uma vez que promove a coleta e a recirculação da solução nutritiva drenada, sendo, portanto, mais complexo e, conseqüentemente, exigindo maior conhecimento técnico.

Nesse sentido, o conteúdo apresentado neste capítulo visa descrever as principais características, apresentar os pontos positivos e negativos, bem como algumas especificidades de cada sistema.

4.1 SISTEMA ABERTO

O sistema de cultivo em substrato mais empregado para o morangueiro, denominado por Bortolozzo et al. (2007) de "Sistema semi-hidropônico", caracteriza-se por estar sempre associado

⁵ Eng. Agr. Doutorando em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, UFPel/FAEM, Pelotas-RS; e-mail: gabrielnmarques@hotmail.com

⁶ Eng^a Agr^a, Prof^a Dr^a do Departamento de Fitotecnia, UFPel/FAEM, Campus universitário s/n, CEP 96010-900 Pelotas-RS; e-mail: rmpel@ufpel.edu.br

ao ambiente protegido. Normalmente, as estruturas são do tipo “abrigo”, dotadas de cobertura plástica apenas no teto, sendo opcional a presença de cortinas laterais. Geralmente, apresentam de 5 a 6 metros de largura com comprimento que pode chegar até 50 metros (Figuras 26a e 26b). Também podem ser empregadas estufas clássicas, como por exemplo, os túneis altos e as estufas galvanizadas modelo “teto em arco” com cortinas laterais e portas frontais.

Figura 26 – Conjunto de abrigos (estruturas apenas com cobertura superior) (a) e ambiente protegido com cortina lateral (b) para o cultivo do morangueiro em substrato. Caxias do Sul-RS e Turuçu-RS.



Fonte: Marques, 2013.

As plantas são cultivadas em bancadas elevadas do solo (aproximadamente 1 m). Tais bancadas, geralmente, são feitas de madeira e/ou arame e tem como objetivo suportar os recipientes contendo substrato (Figuras 27a e 27b).

Figura 27 – Bancadas de cultivo construídas totalmente com madeira (a) e com madeira e arame galvanizado (b). Turuçu-RS e Caxias do Sul-RS.



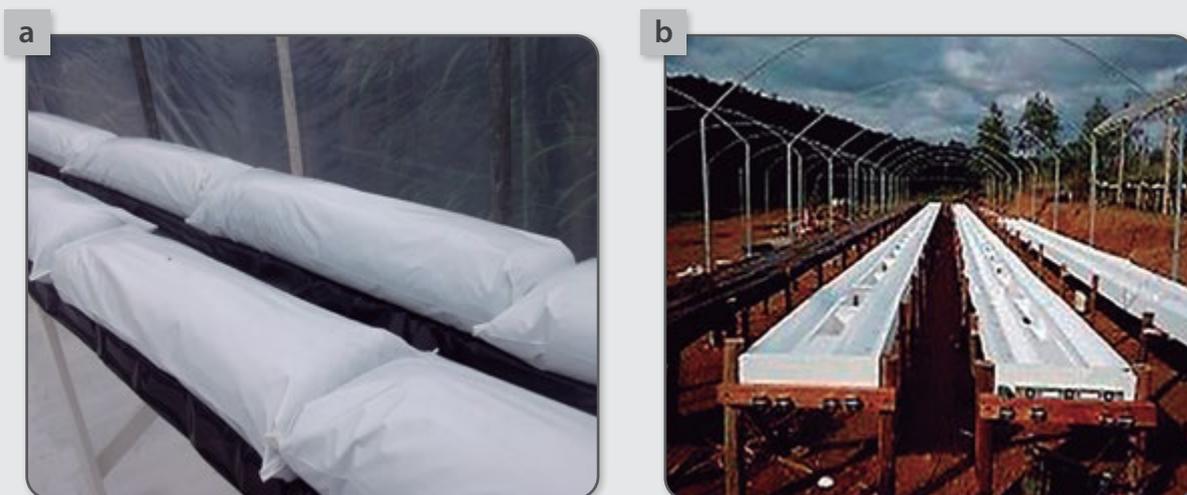
Fonte: Marques, 2013.

A forma mais comum e econômica de acondicionamento do substrato tem sido com o emprego de embalagens plásticas tubulares (polietileno dupla face) com dimensões que variam

de 1 a 1,5 m de comprimento, 0,25 a 0,30 m de largura e 0,15 a 0,20 m de altura, que, quando preenchidas com substrato, formam sacos tubulares também chamados de *slabs* (Figura 28a). Porém, existem outras formas de acondicionar o substrato, podendo-se utilizar vasos, calhas de madeira, de PVC, de poliestireno expandido (Figura 28b) ou polietileno.

Por se tratar de um sistema de cultivo com elevado custo de implantação, são empregadas altas densidades de plantio, podendo ser superior a 13 plantas m^2 . Por exemplo, em um *slab* de 1,0 m de comprimento podem ser transplantadas oito mudas de morangueiro, distribuídas em duas linhas desencontradas de quatro plantas cada. Na linha, o espaçamento indicado é de aproximadamente 0,25 m entre plantas. Para facilitar o manejo das plantas e as colheitas, os *slabs* são organizados em fileiras duplas, separados por aproximadamente 0,20 a 0,30 m. Entre duas linhas duplas de *slabs* é deixado um corredor com largura suficiente (0,7 a 0,9 m) para o deslocamento dos trabalhadores com seus equipamentos (caixas, etc.). Considerando a largura máxima de 5 a 6 m, os ambientes protegidos empregados para o morangueiro (Figuras 26a e 26b) portam no máximo quatro bancadas de cultivo, compreendendo oito linhas de *slabs*.

Figura 28 – Sacos tubulares (*slabs*) preenchidos com substrato (a) e calhas de poliestireno expandido (b) para o cultivo do morangueiro.



Fonte: Marques, 2015 (a); Família Almeida-Google imagens (b).

Recomenda-se o volume médio de substrato equivalente a 6 litros planta⁻¹. Logo, um *slab* ou calha com 1,0 m de comprimento, 0,25 m de largura e 0,20 m de altura necessitará em torno de 48 a 50 litros de substrato para o adequado crescimento e desenvolvimento das oito plantas.

Na parte inferior do recipiente de cultivo não existe nenhum tipo de estrutura para coletar a solução nutritiva drenada pelo substrato, sendo que o lixiviado é totalmente liberado no solo. Visando ao aproveitamento desse drenado lixiviado, alguns produtores familiares optam por cultivar no solo sob as bancadas outro tipo de hortaliça com menor exigência de radiação solar, como folhosas, por exemplo. Contudo, devido à carência de mão de obra e as dificuldades de manejo, essa prática é pouco utilizada.

Como não há o aproveitamento do drenado lixiviado, cada fornecimento exige a aplicação de nova solução nutritiva. Essa prática permite a aplicação da solução nutritiva totalmente equilibrada sempre que realizada a fertirrigação. O sistema de fornecimento é composto pela motobomba, reservatório, tubulação de PVC ou similar e cinta de gotejo (ou outro tipo de dispositivo de irrigação localizada). O fornecimento da solução nutritiva ocorre da seguinte forma: primeiramente a motobomba, quando acionada por um temporizador, impulsiona a solução nutritiva contida no reservatório até as bancadas de cultivo por meio de uma tubulação. A partir desse ponto, a linha principal se ramifica em linhas secundárias de irrigação, geralmente constituídas de mangueiras de polietileno, nas quais, através do emprego de conectores, são conectadas as cintas de gotejo. Essas cintas percorrem internamente os sacos de cultivo (ou calhas) e são instaladas de modo que os gotejadores fiquem voltados para cima, evitando possíveis entupimentos. Além disso, é fundamental a presença de um filtro de disco logo após a motobomba para impedir que pequenas partículas sólidas do substrato cheguem aos gotejadores (Figuras 29a e 29b).

Figura 29 – Reservatório de solução nutritiva, motobomba e filtro (a) e conexão das cintas de gotejo (b). Bom Princípio-RS e Turuçu-RS.



Fonte: Marques, 2013.

Para o cultivo em sistemas abertos, podem ser utilizados diversos substratos. Entretanto, fatores como a disponibilidade na região e o baixo custo são determinantes na escolha e aquisição do material. Além da disponibilidade e o baixo custo, espera-se que o substrato apresente adequadas características físicas e químicas. Assim, o substrato ideal deve apresentar elevada capacidade de retenção de água, proporcionar às raízes a aeração necessária, decompor lentamente (estabilidade) e ter pH (próximo de 6) e condutividade elétrica ($CE = 0 - 1 \text{ dS m}^{-1}$) dentro da faixa adequada para o morangueiro.

Na prática, em sistema aberto, os produtores vêm adotando algumas misturas para compor o substrato que parecem estar muito bem definidas para o morangueiro. Na Serra Gaúcha, por exemplo, muitos cultivos empregam a mistura de 50% de casca de arroz carbonizada + 50% de

composto orgânico (proveniente da Empresa Ecocitrus). Em Turuçu-RS, alguns produtores utilizam 70% de casca de arroz carbonizada + 30% de composto de celulose (proveniente da Empresa Tanac), enquanto que outros têm adotado a mistura de 55% de casca de arroz carbonizada + 45% do composto de celulose. Recentemente, em Bom Princípio-RS, foi constatada a utilização da mistura contendo 50% de casca de arroz proveniente do processo de parboilização + 25% de cinza da casca + 25% de húmus de celulose.

É fundamental que seja realizada a análise dos parâmetros físicos das misturas de substrato para posterior definição do tempo e da frequência de fornecimento de solução nutritiva. Através da relação entre a capacidade de retenção de água do substrato e a evapotranspiração da cultura nas diferentes fases fenológicas, é possível calcular o volume, bem como a distribuição de solução nutritiva necessária no decorrer do dia.

Em função da sua baixa capacidade de retenção de água, como regra, adota-se que quanto maior for a proporção de casca de arroz carbonizada no substrato, maior será o número de fertirrigações diárias. Assim, em sistemas abertos são empregadas elevadas proporções de compostos orgânicos no substrato (maior retenção de solução nutritiva), objetivando reduzir a frequência de fornecimento e, conseqüentemente, as perdas de solução nutritiva.

Por outro lado, o uso de elevadas proporções de compostos orgânicos com alta CTC pode ocasionar a salinização do substrato (ANDRIOLO et al., 2002). Nesse sentido, ressalta-se a importância da análise química do substrato, sendo necessários, no mínimo, conhecer o pH e a CE original do material. Desse modo, será possível prever o comportamento da solução nutritiva que realmente estará interagindo com o sistema radicular da planta e o substrato.

Para evitar o excessivo acúmulo de sais, recomenda-se a intercalação de fornecimentos de solução nutritiva, seguidos de irrigações somente com água. Assim, é efetuada a "lavagem" do substrato, que tem por objetivo remover o excedente de sais adsorvidos às partículas do substrato. Quando empregada elevada proporção de composto orgânico (50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico ou similar), os produtores fornecem solução nutritiva completa somente pela manhã. Ao decorrer do dia, sob condições de elevada demanda evapotranspirativa da atmosfera, são realizadas mais duas irrigações somente com água. Também há relatos de produtores que fornecem solução nutritiva apenas duas vezes na semana, sendo os demais fornecimentos, exclusivamente com água.

O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE) são indispensáveis parâmetros de monitoramento da solução nutritiva que devem ser continuamente avaliados no decorrer do cultivo. Através da correta interpretação desses dados, e considerando as exigências do morangueiro, será determinado o manejo mais adequado da solução.

Em sistemas hidropônicos, como, por exemplo, o NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, descrito por Cooper, 1979), o controle do pH e da CE é uma tarefa simples, pois os valores dos parâmetros da solução nutritiva contida no reservatório são muito aproximados àqueles valores da lâmina que circula pelo sistema radicular das plantas. Entretanto, o substrato empregado no cultivo

do morangueiro exerce forte influência sobre a solução nutritiva, podendo alterar significativamente os parâmetros químicos e, assim, encobrir a real condição da solução que está em contato com o sistema radicular das plantas.

Atualmente, para obtenção de dados mais exatos, existem aparelhos extratores para a retirada da solução contida no substrato e posterior análise de pH e CE, porém, possuem elevado custo e apresentam muitas desvantagens operacionais (Figura 30).

Nesse sentido, uma metodologia relativamente simples e fundamental para monitorar a solução em contato com o sistema radicular das plantas e, assim, inferir sobre o estado químico do substrato, trata-se do “Método do Lixiviado” ou “Pour Through”, descrito por Fermino (2014). Esse método foi adaptado para a cultura do morangueiro em substrato e está sendo preconizado para que os produtores utilizem as leituras de pH e CE da solução lixiviada, coletada após a primeira fertirrigação do dia. A partir da leitura e interpretação desses valores, poder-se-á tomar a decisão mais apropriada em relação à necessidade de “lavagem” do substrato com água. Esse método foi recentemente validado e considerado apropriado para a cultura do morangueiro em substrato devido à elevada correlação comprovada entre as leituras de CE e pH da solução drenada dos *slabs* e da extraída diretamente do substrato com o emprego de extrator (MARQUES et al., 2015).

Figura 30 – Extrator de solução nutritiva em substratos, adaptado a partir de tensiômetro. Capão do Leão-RS, UFPel.



Fonte: Marques, 2013.

O procedimento operacional da coleta da solução drenada para monitoramento do pH e da CE é descrito a seguir: após o acionamento da motobomba, no primeiro fornecimento diário de solução nutritiva (manhã), são coletadas as primeiras gotas drenadas pelos orifícios de drenagem na parte inferior do recipiente (*slab*). Para isso, utilizam-se bandejas ou um plástico que conduza o drenado até algum recipiente (Figura 31a). Na sequência, basta realizar as leituras de pH e CE com o pHâmetro e o condutivímetro (Figura 31b).

No quadro 1, são apresentadas as interpretações de valores de CE medidos na solução nutritiva drenada de um substrato cultivado com morangueiro (adaptado de ANDRIOLO, 2002), seguidas de suas respectivas indicações de manejo.

Figura 31 – Lona plástica instalada permanentemente para a coleta do drenado do *slab* (a) e leitura de CE do drenado (b). Capão do Leão-RS, UFPel.



Fonte: Marques, 2015.

Independentemente de haver ou não a reutilização do drenado da solução nutritiva (sistema aberto ou fechado), a principal “lavagem” do substrato deve ser realizada antes do transplante das mudas. Muitos dos substratos empregados, principalmente aqueles com elevado percentual de composto orgânico, podem atingir, inicialmente, CE superior a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e pH acima de 8,0. Logicamente, as mudas de morangueiro não resistiriam a esta elevada salinidade e alcalinidade. Assim como a CE, valores de pH extremamente altos também prejudicam a cultura. Sob essas condições, as membranas das células dos ápices das raízes perdem a estabilidade, afetando negativamente o processo de absorção seletiva. Também pode ocorrer a insolubilidade de fertilizantes e problemas na absorção de fósforo e de micronutrientes, como ferro, manganês, boro e zinco.

Por isso, recomenda-se iniciar a lavagem do substrato com água pura alguns dias antes do transplante das mudas. O processo da lavagem inicial deve começar com a saturação do substrato e posterior permanência nessa condição por aproximadamente 24 horas. A perfuração dos orifícios de drenagem (no caso dos *slabs*) deve ser realizada somente após este período. O número e o diâmetro dos orifícios (drenos) devem ser suficientes para que seja alcançada, aproximadamente, 30% de fração de drenagem.

Na sequência, inicia-se a irrigação com água pura até que a CE medida no drenado atinja valores entre $0,5$ e $1,0 \text{ dS m}^{-1}$. Para que seja atingida a CE ideal para o transplante das mudas, é provável que este processo tenha que ser repetido por alguns dias, porém, dependerá do teor de sais do substrato. Em relação ao pH, se mesmo com o processo de lavagem não seja constatada a redução para pelo menos 7,0, será necessário fazer uso de corretivos, como ácido sulfúrico, nítrico ou fosfórico.

Quadro 1 – Condutividade elétrica do drenado da solução nutritiva, interpretação dos valores e manejo recomendado para a cultura do morangueiro em substrato.

CE (dSm ⁻¹) do drenado	Interpretação	Manejo
Superiores a 1,8	Os nutrientes estão sendo pouco lixiviados pelos volumes de água fornecidos pela irrigação e a concentração de sais pode elevar-se no interior do substrato. A partir desse limite, quedas de produtividade podem ocorrer por excesso de sais.	Adicionar água pura até baixar a CE para os níveis desejados (CE + 1,0 a 1,5 dS m ⁻¹).
De 1,0 a 1,79	A concentração de nutrientes em torno das raízes está em níveis razoáveis e deve ser mantida, preferencialmente, dentro desses limites.	Adicionar SN completa para manter a CE e o volume de solução adequado para o funcionamento do sistema e atendimento das necessidades hídricas das plantas.
Abaixo de 1,0	A concentração de nutrientes em torno das raízes está em níveis baixos, devido ao consumo pelas plantas e/ou lixiviação. A produtividade pode ser afetada por deficiências nutricionais.	Adicionar SN concentrada para elevar a CE.

Fonte: Adaptado de Andriolo, 2002.

Dependendo da natureza do composto orgânico utilizado no sistema aberto, o pH pode permanecer elevado durante vários anos de cultivo. Isso ocorre devido ao poder de tamponamento, fazendo com que o pH sempre volte a subir. Como forma de minimizar esse problema, pode-se utilizar o ácido fosfórico (H₃PO₄) como fonte de fósforo em substituição ao fertilizante MKP (KH₂PO₄) na solução nutritiva. Assim, além de fonte de fósforo, o H₃PO₄ também atua como acidificador da solução.

A maioria dos produtores de morango em substrato sem a coleta do lixiviado utiliza o ácido fosfórico na composição da solução nutritiva. Nesse caso, após a mistura do ácido, o pH da solução atinge valores extremamente baixos (próximo a 3,0). Porém, como o substrato à base de casca de arroz carbonizada apresenta um pH elevado (entorno de 8,0), a interação entre a solução ácida com o substrato alcalino resulta em um pH adequado para a cultura no meio radicular (em torno de 6,0-6,5).

4.2 SISTEMA FECHADO

A substituição dos sistemas abertos por sistemas com a coleta e a recirculação da solução nutritiva drenada surge como uma eficiente forma de reduzir impactos econômicos e ambientais. Além do desperdício de água e nutrientes via drenagem dos lixiviados da fertirrigação, os sistemas de cultivo sem solo abertos geram mais um problema ambiental: a salinização do solo e a contaminação do lençol freático pelos nutrientes. Por esses motivos, Giménez et al. (2008) afirmam haver forte tendência de transição dos sistemas abertos para os cultivos em substrato com sistema fechado e recirculação da solução nutritiva.

O volume de solução nutritiva perdida por drenagem nos atuais cultivos de morangueiro em substrato é alarmante. Por exemplo, um produtor que forneça solução nutritiva por cinco minutos, três vezes ao dia, e considerando que a cinta de gotejo empregada possua gotejadores espaçados em 10 cm e com a vazão individual de 1,35 L/h, terá o gasto diário de 3,3 litros por *slab*. Considerando a fração de drenagem usual de aproximadamente 30%, chega-se ao volume de 1,0 litro de solução nutritiva perdida diariamente por um único *slab* com oito plantas. Assim, em uma área correspondente a cinco estufas de 5,5 m x 50 m (2.000 *slabs* ou 16.000 plantas), ter-se-á uma perda diária de 2 m³ de solução nutritiva, o que equivaleria a uma perda anual de 5.300 m³/ha.

A adoção de sistemas hidropônicos [NFT- Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (COOPER, 1979)] constitui a forma mais fácil e prática para realizar a coleta e a recirculação da solução nutritiva. Todavia, os poucos estudos existentes constatarem baixos rendimentos de frutas de morangueiro quando produzidas em hidroponia (FERNANDES JÚNIOR et al., 2002; PORTELA et al., 2012). Além da reduzida produtividade, o elevado consumo de energia elétrica pelas motobombas torna o sistema pouco atrativo.

Assim, surgiu a necessidade do “fechamento” (coleta e recirculação da solução nutritiva) do atual sistema de cultivo em substrato utilizado para a cultura do morangueiro. Entretanto, essa tarefa não se resume apenas à criação de uma estrutura para o recolhimento do lixiviado, mas, principalmente, do remodelamento do manejo do sistema.

Além disso, o fechamento do sistema de cultivo em substrato atualmente utilizado pelos produtores de morango exigirá adequações em relação à composição do substrato e ao manejo da fertirrigação, uma vez que o uso de substratos orgânicos com alta CTC, em sistema fechado, pode ocasionar a salinização do mesmo (ANDRIOLO et al., 2002).

Recentes pesquisas realizadas na Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e a experiência prática de um produtor pioneiro no cultivo fechado do morangueiro na região sul do Rio Grande do Sul vêm demonstrando adequados resultados com o emprego de casca de arroz carbonizada (100%) como substrato para o sistema fechado.

Embora se saiba que a casca de arroz carbonizada não é um material completamente inerte, constatou-se que os parâmetros de controle da solução nutritiva (CE e pH), após algum tempo de cultivo, matêm-se relativamente estáveis na solução drenada, de modo semelhante ao comportamento de uma solução nutritiva recirculante de um sistema hidropônico. Os resultados de testes realizados na UFPel corroboram a afirmação anterior. Por exemplo, no cultivo do morangueiro em casca de arroz carbonizada, uma solução fornecida com $CE = 1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $pH = 5,5$, retornará, após sua drenagem, com os parâmetros CE e pH muito próximos dos valores iniciais. Logicamente, no âmbito de um sistema recirculante, sempre haverá a tendência do estabelecimento do equilíbrio entre a solução do reservatório e a drenada do substrato, mesmo que essa retomada não seja instantânea.

Por outro lado, a adição de apenas 20% de composto orgânico (Ecocitrus) à casca de arroz carbonizada promove a acentuada elevação do pH, sendo muito difícil estabilizar o pH dentro dos níveis indicados para a cultura devido à forte capacidade de tamponamento do composto orgânico. Por exemplo, antes do primeiro fornecimento, ainda pela manhã, uma solução nutritiva com $CE = 1,7$ e $pH = 4,6$ (no reservatório), aplicada à mistura de 80% de casca de arroz carbonizada + 20% de composto orgânico, resulta em um drenado lixiviado com $CE = 1,8$ e $pH = 7,4$. Dessa forma, a reutilização desse drenado faz com que o pH da solução do reservatório se eleve gradativamente a cada fornecimento de solução. Assim, os resultados demonstram que são necessárias frequentes correções de pH (ao menos duas vezes ao dia), fato que inviabiliza a operacionalização e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cultura. A CE também tende a elevar-se, porém de forma mais lenta, o que pode ser controlado através do manejo da solução nutritiva (correções e lavagens do substrato). Assim, pode-se afirmar ser inapropriado empregar em sistema fechado os mesmos substratos utilizados no sistema aberto.

A estruturação física do ambiente protegido independe de o sistema ser aberto ou fechado. Entretanto, a grande modificação consiste na presença de um sistema de captação e condução do drenado lixiviado até o reservatório de solução nutritiva.

Nesse sentido, buscando alterar o mínimo possível a estrutura do sistema já consagrado para o morangueiro (sistema aberto), em experimentação realizada na UFPel, foram empregadas calhas de madeira impermeabilizadas com filme plástico dupla face, a fim de fechar o sistema. Os *slabs* preenchidos com substrato (casca de arroz carbonizada) são acomodados sobre as calhas que,

por sua vez, são sustentadas por cavaletes (Figura 32a). A solução nutritiva lixiviada pelos *slabs* é recolhida pela calha, escoa até uma estrutura de cano PVC (100 mm) pela qual é reconduzida ao reservatório (Figura 32b).

Figura 32 – Calhas de coleta do lixiviado (a) e estrutura de cano PVC para reconduzir a solução nutritiva drenada até o reservatório (b). Capão do Leão/RS, UFPel.



Fonte: Marques, 2014.

Em substituição às calhas de madeira, é possível utilizar calhas de polietileno, plástico dupla face (branco/preto) ou qualquer outro material opaco que possibilite a coleta do drenado. Materiais transparentes e a exposição da solução nutritiva drenada à radiação solar devem ser evitados para que não haja a proliferação de algas (Figuras 33a e 33b).

Figura 33 – Calha de captação do drenado lixiviado exposta à luminosidade (a) e, conseqüentemente, a proliferação de algas (b). Canguçu-RS.



Fonte: Marques, 2014.

O emprego de telhas de fibrocimento devidamente impermeabilizadas com lona plástica também é uma alternativa para o cultivo em sistema fechado. Nesse caso, o substrato (casca de arroz carbonizada) é depositado diretamente sobre os canais da telha, não necessitando de *slabs*. Por fim, sobre a telha preenchida com substrato, é instalada uma lâmina de plástico dupla face com a face clara voltada para cima (Figura 34a). De forma semelhante, também é possível empregar calhas de madeira (Figura 34b).

Figura 34 – Telhas de fibrocimento (a) e calhas de madeira impermeabilizadas (b) empregadas no cultivo fechado do morangueiro em substrato. Turuçu-RS, Propriedade do produtor Alvacir Neuschrack.



Fonte: Marques, 2015.

Nos cultivos em que a casca de arroz carbonizada é depositada diretamente sobre as telhas ou calhas de madeira, é fundamental que seja aplicada significativa declividade (3 a 5%) às bancadas de cultivo. Esse declive é necessário para forçar o escoamento da solução nutritiva, visto que a estrutura de coleta do drenado é localizada na extremidade de menor cota do sistema.

Entre as principais vantagens dos sistemas fechados apresentados nas Figuras 34a e 34b, destacam-se a desnecessidade de embalagens para o substrato (*slabs*) e a maior praticidade de montagem da estrutura. Por outro lado, a desuniformidade do teor de umidade do substrato é apontada como o principal problema. Nesse sentido, o substrato localizado na parte inferior do canal poderá permanecer sob condição de elevada umidade durante boa parte do período compreendido entre dois fornecimentos de solução nutritiva.

Assim como nos sistemas abertos, inicialmente, a solução nutritiva é composta com base nos princípios do equilíbrio eletroquímico. Porém, o manejo da solução nutritiva em sistemas fechados com substrato é completamente diferente, assemelhando-se a um tradicional cultivo hidropônico em todas as irrigações são realizadas com solução nutritiva.

Como o sistema proporciona a coleta e a reutilização do lixiviado drenado, não é necessário fazer uma nova solução para cada fornecimento. À medida que as plantas consomem a solução nutritiva, o nível do reservatório é reduzido até que seja necessário completar o volume novamente.

Nesse momento, o principal parâmetro de controle e referência será a condutividade elétrica (CE). Após a adição de água, são adicionados os macronutrientes até que a CE padrão da solução nutritiva seja atingida. Logo, são adicionados os micronutrientes na mesma proporção.

Para maior facilidade e precisão da correção da solução nutritiva, é importante trabalhar com os fertilizantes previamente diluídos em soluções estoques concentradas. São indicados três tanques para a preparação e armazenamento das soluções estoque: 1) somente com nitrato de cálcio; 2) todos os demais macronutrientes; 3) micronutrientes.

Essa prática de reposição de nutrientes através de soluções estoques tem se mostrado funcional para sistemas fechados. Embora o lixiviado drenado da solução nutritiva desestabilize gradativamente o equilíbrio da solução do reservatório, ao se reporem os nutrientes através das soluções estoques ocorrerá o restabelecimento do equilíbrio novamente. Contudo, ainda que o objetivo do sistema fechado seja de não proporcionar perdas de água e de fertilizantes ao ambiente, em um dado momento será necessário descartar a solução residual e recomeçar com nova solução devidamente equilibrada. Após o descarte, é fundamental que seja realizada a "lavagem" do substrato até que a CE do drenado atinja valores inferiores a $1,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Embora sendo o substrato somente composto por casca de arroz carbonizada, é recomendada a realização da lavagem inicial (antes do transplante) de modo semelhante ao processo descrito em sistemas abertos.

Ao contrário dos sistemas abertos, os sistemas fechados são caracterizados pela elevada frequência de irrigação. Isso ocorre, principalmente, devido à baixa capacidade de retenção de água da casca de arroz carbonizada, demandando maior número diário de fornecimentos de solução nutritiva. O número e a duração de fornecimentos de solução nutritiva podem variar de 3 a 7 vezes/dia e, de 5 a 7 minutos/fornecimento, respectivamente. Essas variações são atribuídas à fase fenológica da cultura e à demanda evapotranspirativa da atmosfera reinante no período.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral**: princípios e técnicas. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 158 p.
- ANDRIOLO, J. L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPÍFITAS EM BATATA, 2006, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006. p. 26-40.
- BORTOLOZZO, A. R. et al. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007, 23 p. (Circular Técnica, 62).
- COOPER, A. J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Ed.), London, 1979. 181 p.
- FERMINO, M. H. **Substratos**: composição, caracterização e métodos de análise. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112 p.
- FERNANDES JUNIOR, F. et al. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, p. 25-34, 2002.
- GIMENEZ, G. et al. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 38, p. 273-279, 2008.
- HENNION, B.; VESCHAMBRE, D. **La fraise**: maîtrise de La production. Paris: CTIFL, 1997. 299 p.
- LIETEN, F. La fragola in Belgio-Olanda. In: LA FRAGOLA VERSO IL 2000. **Convegno Nazionale**. Verona: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di, 1998. p. 83-94.
- MARQUES, G. N. et al. Validação de medidas de condutividade elétrica e pH do drenado da solução nutritiva frente à solução no meio radicular em substrato cultivado com morangueiro. In: XVII Encontro de Pós-graduação, 17, Pelotas, RS, s.d. **Anais**. Pelotas: UFPel, 2015.
- PORTELA, I. P. et al. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 281-288, 2012.

5 SUBSTRATO PARA PLANTAS: PROPRIEDADES E MATERIAIS

Maria Helena Fermino⁷

5.1 SOLO X SUBSTRATO

Quando se fala em substratos, está se referindo ao suporte físico para o crescimento de plantas cultivadas em recipientes, em substituição ao solo. Portanto, faz-se necessário primeiramente distinguir solo e substrato.

O solo tem gênese, perfil e densidade peculiares, com processos de formação envolvendo milênios, estando intimamente relacionado com a paisagem e as condições ambientais circundantes (KÄMPF, 1992). É fato a ser considerado, também, que as plantas quando cultivadas em solo, a campo, têm a sua disposição áreas de dimensões ilimitadas para explorar.

No entanto, quando a atenção se volta para o cultivo em recipientes, independentemente do substrato utilizado, percebe-se uma limitação de espaço para a expansão das raízes. A limitação do volume exige que o substrato seja capaz de manter água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no meio.

5.2 SUBSTRATO PARA PLANTAS (SPP)

Substrato é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas em recipientes, servindo de suporte para as plantas. Até 2004 não havia regulamentação da produção e comercialização de substratos no Brasil. No entanto, em 14 de janeiro, foi publicado o Decreto n. 4954, que alterou a Lei n. 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, introduzindo o termo “substrato para plantas”, como “produto usado como meio de crescimento de plantas”. Após, diversas instruções normativas foram publicadas de forma a regulamentar a lei: a IN n. 14 (de 15 de dezembro de 2004), que trata do registro e rótulo; a IN n. 17 (de 21 de maio de 2007), que trata dos métodos de análise de substratos e a IN n. 31 (de 23 de outubro de 2008), que altera alguns itens da In n. 17, entre outras.

5.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS

A produção em recipientes requer controle preciso da água e fertilizantes, para ser lucrativa. Assim, na hora de selecionar ingredientes para compor um substrato, torna-se importante a escolha de materiais com adequadas propriedades físicas para um dado recipiente e um determinado manejo, e para aquela espécie em questão.

Um bom substrato deve apresentar (RÖBER, 2000): alta capacidade de retenção de água; alto espaço de aeração, também sob estado de saturação hídrica; estabilidade de estrutura ao longo do tempo; alta capacidade de adsorção; boa capacidade de tamponamento contra alterações de

7 Eng.^a Agr.^a, Dr.^a em fitotecnia. Pesquisadora, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - Fepagro. maria-fermino@fepagro.rs.gov.br

pH; ausência de pragas e agentes patogênicos; ausência de substâncias inibidoras de crescimento ou prejudiciais às plantas; ter sempre o mesmo comportamento a um dado manejo; permitir armazenamento; boa capacidade de reidratação após secagem; previsível dinâmica de nutrientes; e pouca atividade biológica. Além de baixo custo e proximidade aos centros consumidores.

Densidade

A “densidade de volume” de um substrato a ser usado em recipiente, é a primeira propriedade a ser considerada. É definida como a relação entre a massa e o volume, ou seja, a massa (kg ou g) de um determinado material que ocupa um determinado volume (m^3 ou cm^3). Um substrato pode ocupar diferentes volumes com a mesma massa. A densidade pode ser definida como “Densidade Úmida” (DU) quando o material está úmido e quando em laboratório, diz-se com a umidade “tal e qual” recebida, ou “Densidade Seca” (DS) quando o material foi seco a 65 °C.

Quanto menor o recipiente, mais baixa deve ser a densidade do substrato nele utilizado. Segundo Kämpf (2000), para propagação em células e bandejas recomenda-se utilizar substratos com densidade de 100 a 300 kg/m^3 , para vasos de até 15 cm de altura, de 250 a 400 kg/m^3 , para vasos de 20 a 30 cm, de 300 a 500 kg/m^3 , e para vasos maiores, de 500 a 800 kg/m^3 .

O formato do recipiente que recebe o substrato e o agente que o preenche influenciam no valor da densidade. Formatos diferentes e pesos diferentes podem resultar em densidades diferentes para o mesmo substrato.

Granulometria

Os substratos são constituídos por partículas com características das mais diversas que se organizam de forma aleatória (BURÉS, 1997). A complexidade percebida no comportamento do substrato pode ser entendida pelas múltiplas combinações possíveis das diferentes partículas e suas distintas formas de organização.

O conhecimento das frações granulométricas de um determinado substrato permite sua manipulação e conseqüentemente sua melhor adaptação a diversas situações de cultivo, porque possibilita diferentes proporções entre macro e microporosidade e, conseqüentemente, diferentes relações entre ar e água.

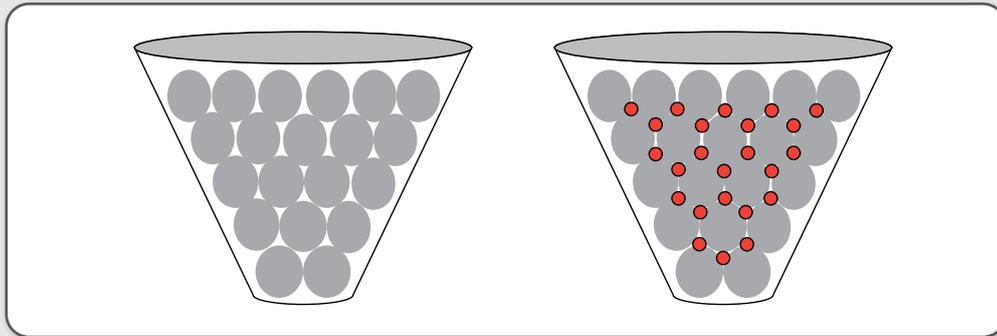
Porosidade

Os substratos, em geral, têm maior porosidade, se comparados ao solo, haja vista que a maioria dos materiais utilizados têm poros internos além daqueles externos, formados entre as partículas. Em um solo, os poros são predominantemente externos, interparticulares. Os substratos possuem um percentual mais elevado de poros de maior dimensão.

Geralmente, as partículas dos meios de cultivo não são esféricas nem apresentam um tamanho único, sendo que, na prática, a porosidade tende a aumentar à medida que se aumenta o tamanho médio da partícula. Por outro lado, a combinação de partículas de tamanhos diferentes

pode levar a uma redução da porosidade em comparação com os valores apresentados pelo conjunto formado só com as partículas de mesmo tamanho. Isso se explica pelo efeito cimentante quando as partículas menores se alojam entre os espaços livres formados pelo arranjo das partículas maiores.

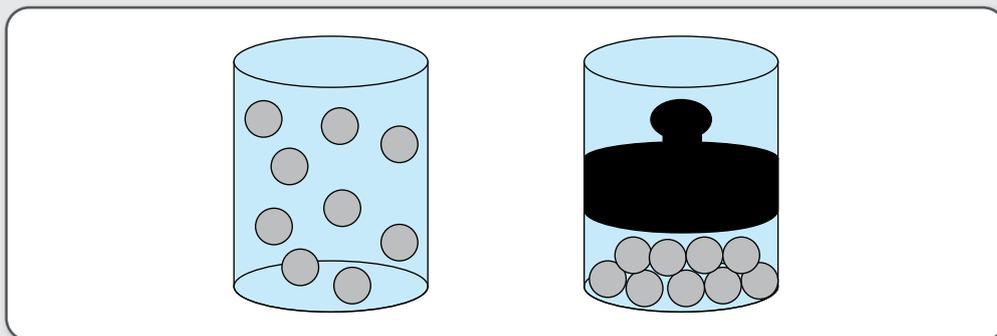
Figura 35 – Diminuição da porosidade (e aumento da densidade) de um substrato em consequência da adição de partículas finas.



Fonte: Fermino, 2002.

A porosidade também diminui quando aumenta o adensamento de um dado material. Ao compactar-se uma amostra de substrato, observa-se um aumento da densidade e uma diminuição da porosidade. É fato facilmente verificável a diminuição da porosidade, quando se pressiona um substrato ou se coloca um peso sobre ele. Esse efeito é visível nas turfas. Outros materiais apresentam elasticidade e voltam a sua forma original, quando cessada a força de compressão. Outros, ainda, apresentam deformações permanentes, como a vermiculita, ou se desagregam, como a perlita.

Figura 36 – Efeito da pressão na densidade (aumento) e na porosidade (diminuição).



Fonte: Fermino, 2002.

O espaço poroso total não depende unicamente do tamanho das partículas. Materiais com partículas grandes não possuem necessariamente maior porosidade, têm, sim, poros maiores e, portanto, maior espaço de aeração.

As proporções entre macro e microporos, externos e internos no substrato, refletem a relação entre água e ar disponíveis às plantas. O conhecimento destas relações entre ar e água permite determinar o melhor manejo da água para atender a demanda das espécies, em suas diversas fases de cultivo.

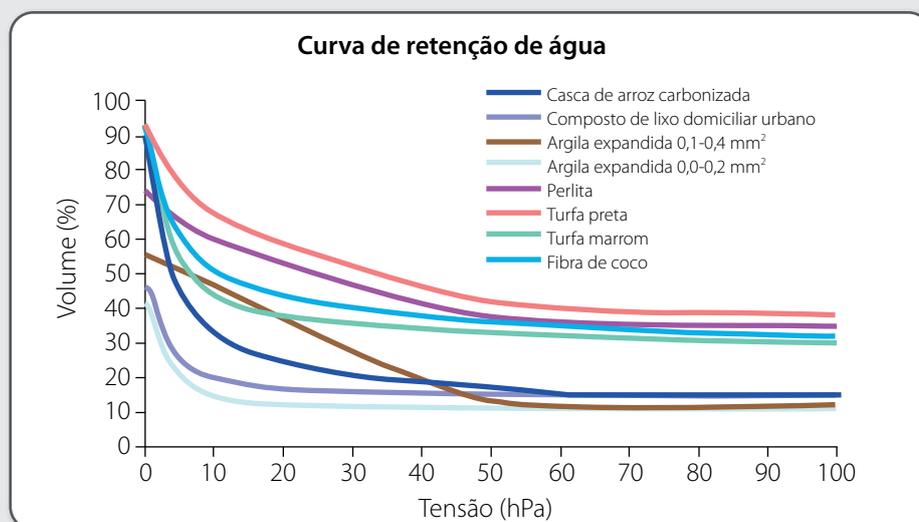
As trocas gasosas, necessárias entre o substrato e o meio externo, e a manutenção da temperatura no interior do substrato, são fatores controlados por essa rede de canais interligados. Então, tão importante quanto escolher um substrato com este ou aquele valor de porosidade e, relativas quantidades de macro e microporos, é decidir pelo manejo mais apropriado para que essas características, determinadas inicialmente, sejam mantidas ao longo do cultivo.

5.4 CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA

Os conceitos de espaço de aeração e água disponível estão alicerçados na curva de retenção de água. O espaço de aeração é caracterizado como o volume de macroporos preenchidos com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem. Nas mesmas condições, a água disponível se refere aos mesoporos preenchidos com água (entre 10-100cm de coluna de água).

DeBood e Verdonck (1972) propuseram esses conceitos e uma curva de retenção de água padrão para um substrato ideal. Embora esses conceitos tenham sido propostos para um vaso de 10 cm de altura e, atualmente, utilizem-se recipientes dos mais diversos, tais conceitos continuam válidos. A curva de retenção é útil na comparação e escolha de substratos, embora, atualmente, se tenha claro que o substrato deva atender a demanda da espécie em cultivo e não àqueles valores genéricos idealizados inicialmente.

Figura 37 – Curva de retenção de água da Casca de Arroz Carbonizada, Argila Expandida 0,1-0,4 mm Argila Expandida 0,0-0,2 mm de diâmetro, composto de Lixo Domiciliar Urbano, Fibra do Coco, Perlita, Turfa Marrom e Turfa Preta, em percentual de volume, submetidos a diferentes tensões (hPa) [porosidade total -PT- (0hPa), espaço de aeração -EA- (-10 hPa), água facilmente disponível -AFD- (-10 a -50 hPa) e água tamponante -AT- (-50 a -100 hPa)].



Fonte: Fermino, 2002.

No exemplo é importante notar que mesmo materiais com valores de porosidade muito semelhantes, como a fibra de coco, a turfa preta, a turfa marrom e a casca de arroz carbonizada (CAC), apresentam diferentes valores de espaço de aeração (10 hPa). A CAC se caracteriza por um alto espaço de aeração (EA), enquanto a turfa preta apresenta um grande percentual de água facilmente disponível (AFD).

Materiais diferentes, como a cinasita 0,0-0,2 mm e o composto de lixo domiciliar urbano (CLDU), podem apresentar características muito semelhantes como pode ser visto acompanhando-se o paralelismo entre as respectivas curvas.

O mesmo material, com diferentes diâmetros de partículas, como a cinasita 0,0-0,2 mm e a cinasita 0,1-0,4 mm, podem apresentar características opostas: o primeiro, com um valor aproximado de 25% de EA e zero de AFD, enquanto o segundo, apresenta um pequeno percentual de EA e aproximadamente 40% de AFD.

O conhecimento da curva de retenção de um determinado substrato permite ao produtor programar o manejo mais adequado da irrigação, na medida em que ele pode determinar a quantidade de água a ser aplicada para uma espécie vegetal específica, cultivada num determinado recipiente.

O espaço de aeração de um substrato é o percentual mínimo de ar encontrado após a irrigação e cessada a livre drenagem. A medida que esse substrato for secando, esse espaço ocupado pelo ar (macroporos) vai aumentando enquanto diminui o espaço ocupado pela água facilmente disponível (mesoporos). O sinal para a próxima irrigação é alcançado quando se atinge o valor da água tamponante (microporos). Essa água, embora possa ser utilizada pelas plantas, em caso de estresse hídrico, exige um grande gasto de energia.

Se for considerado que o recipiente como tendo o volume de 1 L (um litro) torna-se simples relacioná-lo com a curva. Cada valor percentual significa 1 mL (um mililitro) ou 1 cm³ (um centímetro cúbico).

As características do recipiente como forma, largura e material do qual é fabricado, influenciam a capacidade do recipiente, porém, é preponderante o efeito da altura sobre esta característica e consequentemente sobre a porosidade total, o espaço de aeração e a disponibilidade de água.

5.5 PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS

Valor de pH

O valor de pH é o critério químico de maior importância para o desenvolvimento da planta, devido ao seu efeito direto na disponibilidade de nutrientes, particularmente dos micronutrientes (WALLER; WILSON, 1984).

Valores inadequados de pH podem afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente sob acidez excessiva. Plantas cultivadas em ambientes ácidos têm quantidades menores de nutrientes à sua disposição, além de ficarem sujeitas à maior absorção de elementos tóxicos, como alumínio e manganês. No entanto, as espécies apresentam diferenças genéticas que lhes conferem graus de sensibilidade diferentes para o mesmo valor de pH.

Os valores tidos como ideais situam-se na faixa de 5,5 a 6,5 (pH em H₂O), para solos minerais e até 5,8 para solos orgânicos, porém, a interpretação dos valores deve levar em consideração o tipo de extrator utilizado. Para o mesmo material analisado, o valor de pH, quando expresso em KCl, difere geralmente em uma unidade a menor que quando expresso em H₂O.

Condutividade elétrica (CE)

A medida da CE fornece uma estimativa do conteúdo de sais solúveis de um meio de crescimento, em função de que íons dissolvidos na água conduzem corrente elétrica na proporção direta de sua concentração.

Os valores da CE geralmente são usados como indicadores do nível de nutrientes na fertirrigação, na hipótese de que a maioria dos nutrientes são sais prontamente solúveis e que a carga de íons indesejáveis como Na⁺ e Cl⁻ não é significativa (WALLER; WILSON, 1984). É importante conhecer essa concentração porque as plantas variam em sua tolerância ao estresse osmótico causado por altos níveis de salinidade. Todavia, não eletrólitos, como a ureia, que também contribuem para o estresse osmótico, não são avaliados por esse método.

Capacidade de troca de cátions (CTC)

A CTC de um substrato reflete a quantidade que um meio pode reter, em uma forma trocável, cátions como Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e K⁺. Meios que apresentam alta CTC têm sua capacidade de tamponamento aumentada. Isso evita variações bruscas no pH, na disponibilidade de nutrientes e reduz a perda desses por lixiviação.

Conover (1967) considera valores de CTC entre 10 e 30 meq/100 g como satisfatórios, enquanto Penningsfeld (1983) sugere valores acima de 12 meq/100 mL.

5.6 POR QUE ANALISAR UM SUBSTRATO?

Todas as análises realizadas em laboratório são ferramentas auxiliares para a escolha do substrato mais adequado para a cultura de interesse, seu estágio de desenvolvimento e manejo (altura de recipiente e forma de irrigação). No entanto, embora, atualmente, trabalhe-se com modelos matemáticos buscando a previsão do comportamento de substratos, ainda é a experiência adquirida com a observação do material durante o cultivo, sob determinadas condições, que permitem, juntamente, com um laudo de laboratório, fazer a melhor escolha. Cada produtor deve escolher a partir do conhecimento da sua realidade.

Diversas são as situações em que se necessita de um laudo de análise de substrato, quando da compra da matéria-prima, quando da caracterização para comercialização, ou, ainda, quando da avaliação durante o cultivo. No entanto, há divergências entre laudos porque, embora os laboratórios concordem, de uma maneira geral, com as propriedades a serem consideradas para a caracterização de substratos, utilizam métodos diferentes ou variações de um mesmo método para análises físicas e químicas (GÜNTHER, 1984; WALLER; WILSON, 1984; MINER, 1994).

5.7 MATERIAIS DISPONÍVEIS

No Brasil, é 83 o número de estabelecimentos produtores de substratos registrados no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Esses utilizam principalmente como componentes, casca de pinus e de eucalipto compostadas, fibra de coco, vermiculita expandida, perlita, casca de arroz carbonizada e turfa. Também os produtores de plantas desenvolvem seus próprios substratos utilizando materiais disponíveis em sua região ou na própria propriedade.

Diversos são os materiais em uso como componentes de substratos: minerais: cinasita, perlita, vermiculita e areia; resíduos orgânicos: serragem, maravalha, fibra de coco, cascas (tungue, noz-pecã, acácia, arroz, pinus e eucalipto), fibras (palmeira e aguapé), pneu picado, bagaço de cana, couro, entre outros; naturais: turfa, esfagno e solo mineral; sintéticos: isopor, espuma fenólica e lã de rocha.

REFERÊNCIAS

- BURÉS, S. **Sustratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341 p.
- CONOVER, C. A. 1967. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, n. 4, p. 1-4.
- De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.
- FERMINO, M. H. O Uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-37, 2002. (Documentos IAC, 70).
- GÜNTHER, J. Analytics of substrates and problems by transmitting the results into forticultural practice. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 33-40, 1984.
- KÄMPF, A.N. **Substratos**. In: CASTRO, C.E.F. de (Ed.) Manual de Floricultura: I Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Maringá: 1992. p.36-52.
- KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.
- MINER, J.A. **Sustratos**: Propiedades y caracterizacion. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. 172 p.
- PENNINGSFELD, F. Kultur substrate fur den Gartenbau, besonders in Deutschland: Ein Kritischer Uberblick. **Plant and Soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983.
- RÖBER, R. **Substratos Hortícolas: Possibilidades e limites de sua composição e uso; Exemplos da Pesquisa, da indústria e do consumo**. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 209-215.
- ROWELL, D. L. **Soil science**: methods & applications. London: Longman Scientific & Technical, 1994. 350p.
- WALLER, P. L.; WILSON, G. C. S. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 51-58, 1984.

6.1 ELEMENTOS ESSENCIAIS, BENÉFICOS E TÓXICOS EM PLANTAS

Elementos essenciais

As plantas possuem necessidades nutricionais e, para que estas sejam atendidas, elas extraem nutrientes do ambiente em que se encontram, seja ele o solo, substrato ou soluções nutritivas. Porém, nem todos os elementos encontrados no ambiente são necessários para o desenvolvimento vegetal. Para que um elemento seja considerado essencial, deve atender aos seguintes critérios:

- Na ausência do elemento a planta não consegue completar o seu ciclo de vida.
- O elemento é componente de alguma molécula ou reação metabólica no vegetal.
- O elemento não pode ser substituído por outro.

Elementos benéficos

A partir da evolução das pesquisas em nutrição de plantas, foram descobertos outros elementos que podem ser essenciais para somente algumas plantas, ou favorecer as demais, auxiliando na absorção de outros nutrientes, substituindo parcialmente os elementos essenciais em algumas reações, ou até mesmo demonstrando efeito positivo na resistência a pragas e doenças.

Elementos tóxicos

São os elementos que prejudicam o desenvolvimento das plantas e não se encaixam nas descrições anteriores.

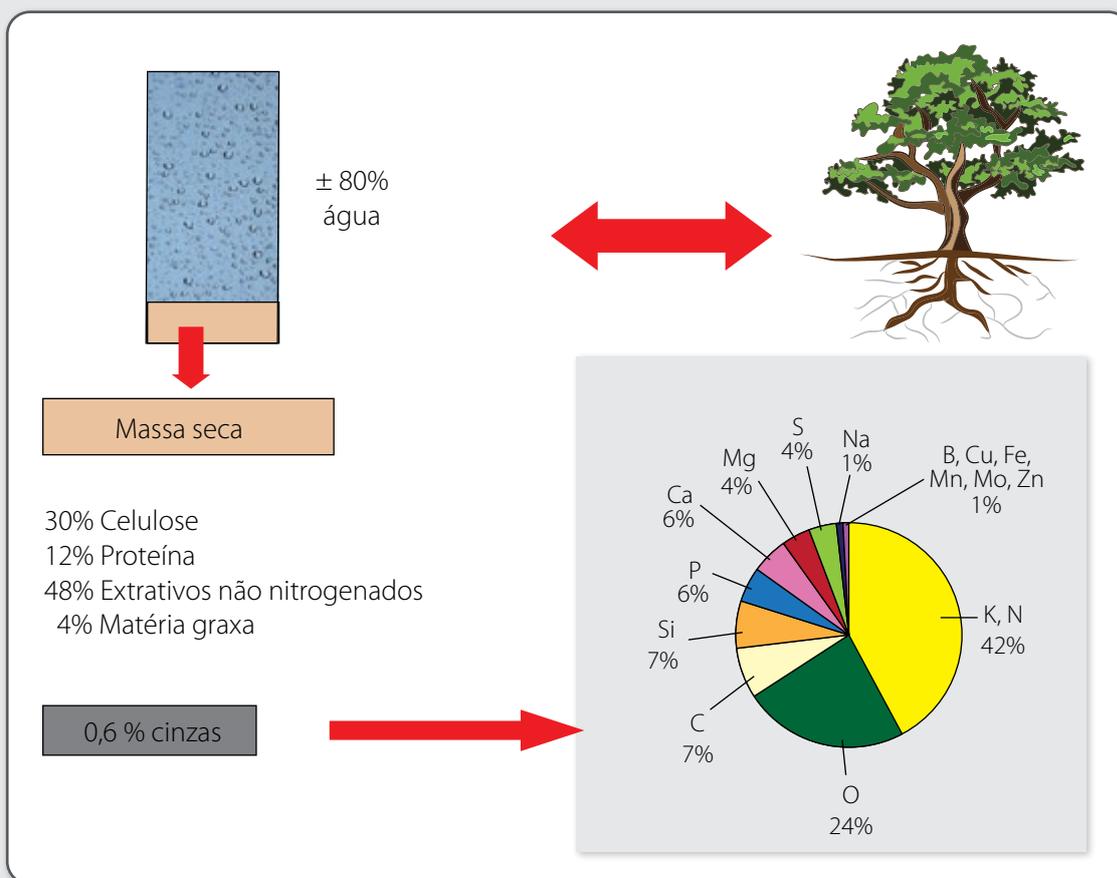
Figura 38 – Elementos essenciais, benéficos e tóxicos em plantas.

109 ELEMENTOS QUÍMICOS																						
H																		He				
Li	Be												B	C	N	O	F	Ne				
Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe					
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn					
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt														
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Elementos minerais essenciais</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Elementos não minerais essenciais</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Elementos minerais benéficos</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Elementos com efeitos tóxicos</td> </tr> </table>																			Elementos minerais essenciais	Elementos não minerais essenciais	Elementos minerais benéficos	Elementos com efeitos tóxicos
Elementos minerais essenciais	Elementos não minerais essenciais																					
Elementos minerais benéficos	Elementos com efeitos tóxicos																					

Fonte: Adaptado de Barak, 2003.

8 Eng^o Agr^o, PhD, Pesquisador Científico Aposentado do Instituto Agronômico de Campinas. Atualmente Diretor das Empresas Conplant Consultoria e Conplant Ferti, Rua Francisco Andreo Aledo 22, Distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP, CEP 13084-200, e-mail: pfurlani@conplant.com.br

Figura 39 – Composição de uma planta.



Fonte: Dechen, 2006.

6.2 MANEJO DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS CULTIVADAS EM SUBSTRATOS

Para realizar o monitoramento nutricional das plantas cultivadas em substratos deve-se conhecer as necessidades da planta (marcha de absorção de nutrientes), fazer análise da solução da zona radicular (na prática usa-se a solução percolada ou lixiviada), realizar análise foliar (massa seca e seiva) e análise do substrato.

Análise foliar

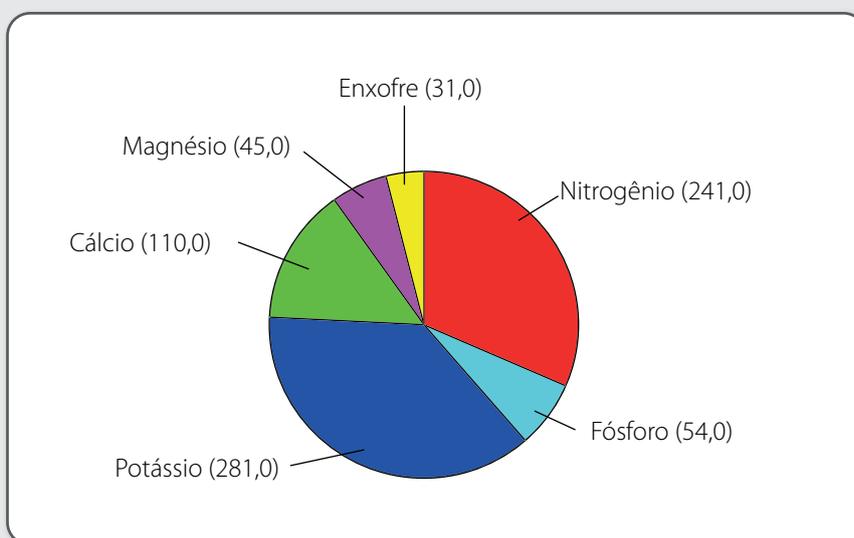
Para amostragem de folhas de morangueiro para análise química deve-se coletar a terceira ou quarta folha recém-desenvolvida (sem pecíolo), no início do florescimento – amostrar 30 plantas.

Tabela 2 – Faixas adequadas de macronutrientes e micronutrientes em folhas de morango.

Macronutrientes					
N	P	K	Ca	Mg	S
g/kg					
15-25	2-4	20-40	10-25	6-10	1-5
Micronutrientes					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
mg/kg					
35-100	5-20	50-300	30-300	20-50	0,5-1,0

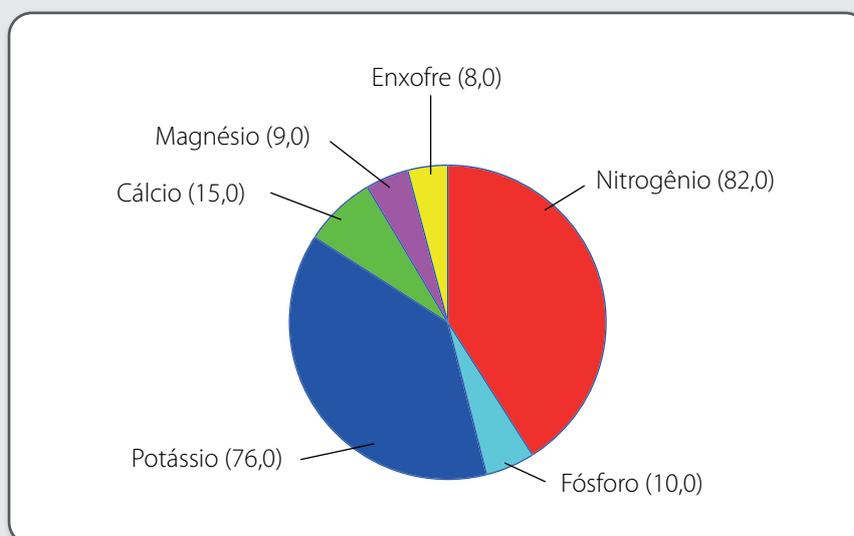
Fonte: Trani; Van Rajj, 1997.

Figura 40 – Extração de nutrientes em plantas de morangueiro (kg/ha).



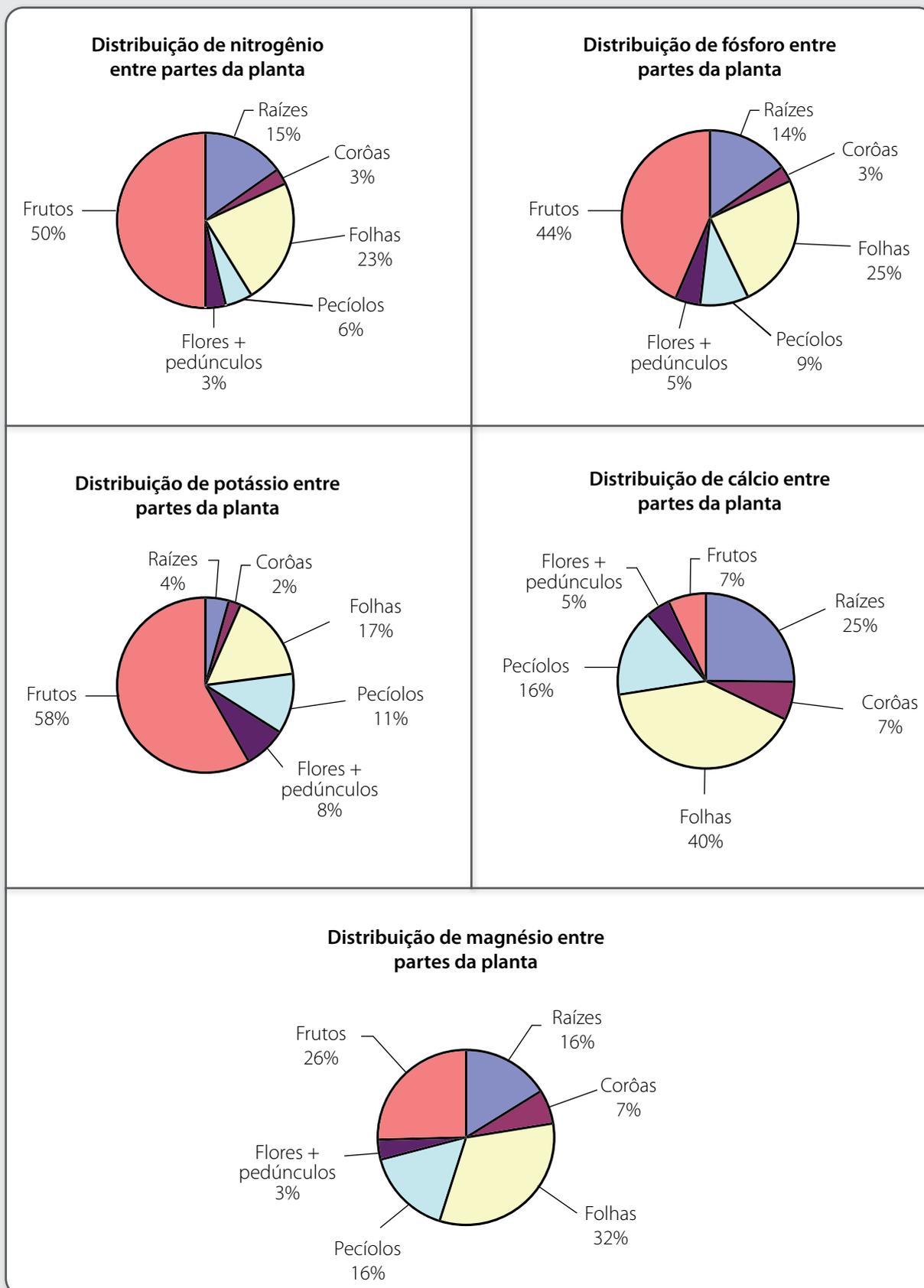
Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al., 1999.

Figura 41 – Nutrientes exportados pelos frutos kg/ha.



Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al., 1999.

Figura 42 – Distribuição de nutrientes entre as partes da planta de morangoiro.

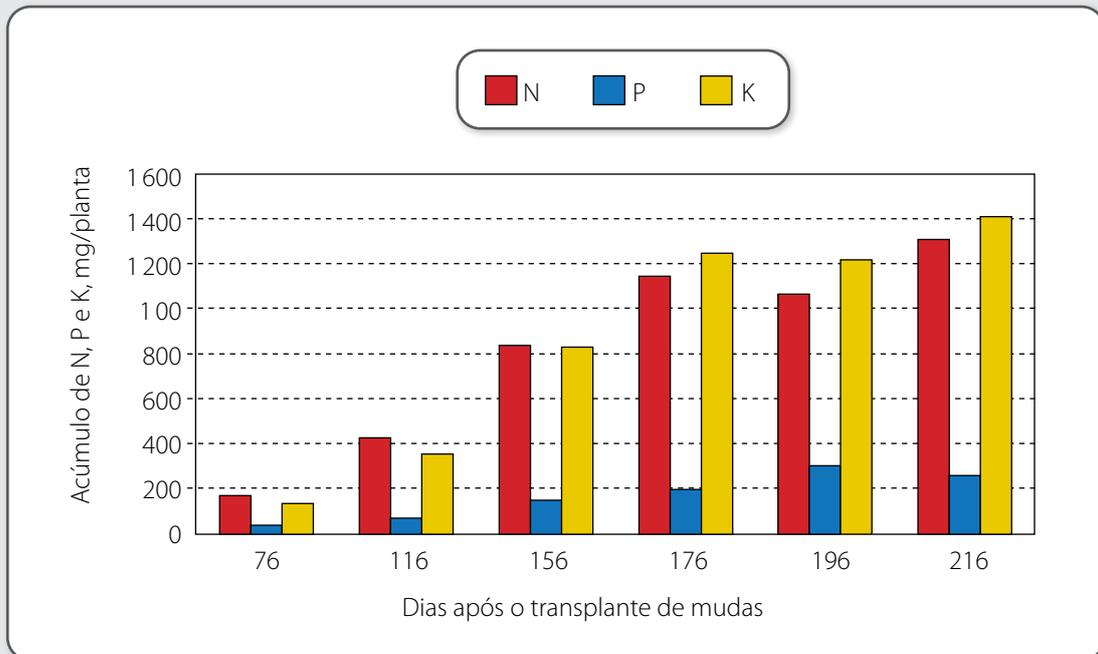


Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al., 1999.

Curvas de acúmulo de nutrientes em morangueiro

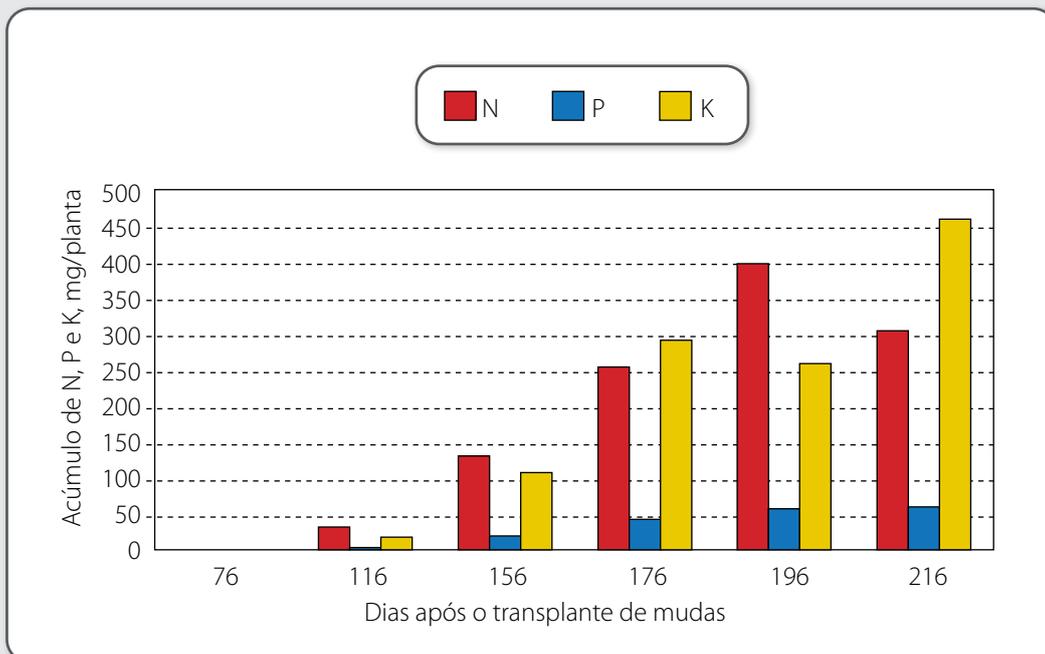
As curvas de acúmulo de nutrientes nas recomendações de fertirrigação são importantes para aplicar a quantidade necessária para o crescimento diário da planta; melhorar a eficiência dos nutrientes aplicados; evitar sobra de sais no solo e para aplicar as proporções adequadas entre os nutrientes.

Figura 43 – Curva de acúmulo de N, P e K por parte vegetativa da cultivar de morango IAC Campinas.



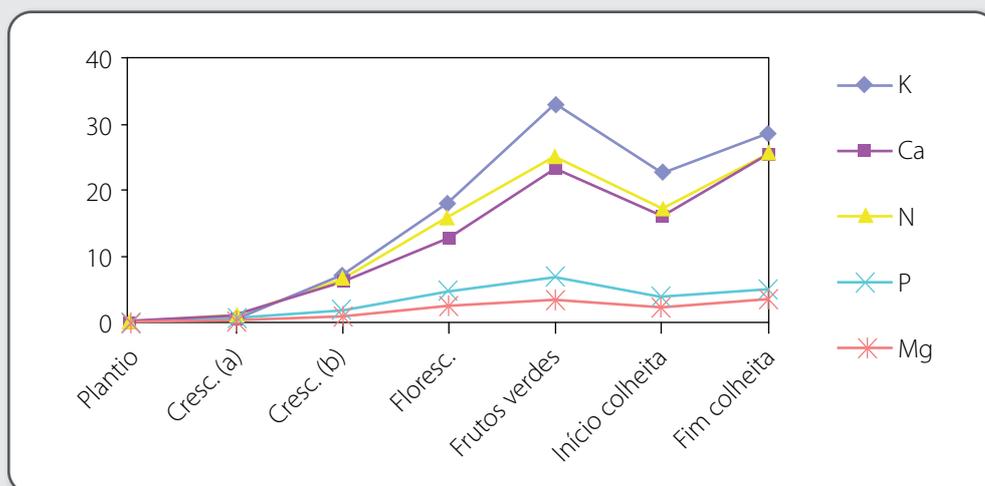
Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al, 1999.

Figura 44 – Curva de acúmulo de N, P e K por frutos de morango.



Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al, 1999.

Figura 45 – Marcha de absorção de macronutrientes pelo morangueiro em mg/planta/dia.



Fonte: Adaptado de Grassi Filho et al., 1999.

6.3 SOLUÇÃO NUTRITIVA

A composição química ou a formulação ideal da solução nutritiva é aquela que atende às exigências nutricionais da espécie cultivada, em todas as fases do seu ciclo.

Os pontos importantes a serem considerados são:

- qualidade: relações entre íons apropriadas para a planta nos seus estádios de desenvolvimento;
- quantidade: concentração de sais totais ou condutividade elétrica (potencial osmótico).

Para o uso na fertirrigação, os fertilizantes devem atender a alguns critérios, como por exemplo:

- alto conteúdo de nutrientes em solução;
- solubilização completa em condições de campo;
- rápida dissolução em água de irrigação;
- granulação fina e fluída;
- não obstruir gotejadores;
- baixo conteúdo de componentes insolúveis;
- conteúdo mínimo de agentes condicionadores;
- compatível com outros fertilizantes;
- interação mínima com a água de irrigação;
- não causar variações bruscas no pH da água de irrigação;
- baixa corrosividade ao cabeçal e sistema de irrigação.

Tabela 3 – Valores máximos de componentes da solução na água para fertirrigação.

Componente	Valor máximo
pH	7-7,5
CE, dS/m	0,5-1,2
	mg/L
Bicarbonatos	60-120
Na	50-70
Ca	80-110
Mg	50-110
N total	5-20
NO ₃	5-10
NH ₄	0,5-5
NO ₂	1,0
SO ₄	100-250
H ₂ S	0,2-2
K	5-100
P	30
Cl	70-100
Fe	0,2-1,5
Mn	0,2-2
Cu	0,2-1
Zn	1-5
B	0,5-1

Fonte: Trani et al., 2011.

A necessidade nutricional de um cultivo em solo, substrato ou hidroponia pode ser estimado pela diferença entre a quantidade requerida pela planta e a quantidade de nutrientes fornecida pelo solo, substrato ou água:

$$\text{Necessidade} = \text{Solução nutritiva} - \text{Solução substrato}$$

$$\text{Necessidade} = \frac{\text{Solução nutritiva} - \text{Solução substrato}}{\text{Eficiência de uso do nutriente}}$$

Quanto mais inerte o substrato, maior será a eficiência do nutriente aplicado. As perdas por lixiviação e imobilização química no meio são muito importantes no aproveitamento dos nutrientes aplicados.

Figura 46 – Uso do extrator de solução do substrato para monitoramento da solução nutritiva.



Fonte: Sandra Deotti, 2015 (comunicação particular).

Figura 47 – Medição da condutividade elétrica e do pH da solução nutritiva extraída do substrato.



Fonte: Sandra Deotti, 2015 (comunicação particular).

Tabela 4 – Composição de solução nutritiva concentrada para morangueiro.

SOLUÇÃO COM SAIS SIMPLES	FASE VEGETATIVA	FRUTIFICAÇÃO
	Solução B (g/1.000 L)	Solução C (g/1.000 L)
Nitrato de potássio	60.000	60.000
Monoamônio fosfato	18.000	0
Monopotássio fosfato	21.600	43.200
Sulfato de magnésio	72.000	72.000
Sulfato de potássio	0	15.000
	Solução A (g/1.000 L)	Solução A (g/1.000 L)
Nitrato de cálcio	96.000	96.000
Coquetel de micronutrientes	3.000	3.000
NUTRIENTE	FASE VEGETATIVA	FRUTIFICAÇÃO
	mg/L	mg/L
Nitrogênio – nitrato	21.720	21.720
Nitrogênio – amônio	2.940	960
N-total	24.660	22.680
Fósforo – total	9.432	9.504
Potássio – total	27.648	39.846
Cálcio	18.240	18.240
Magnésio – total	6.480	6.480
Enxofre – total	8.640	11.190
Boro	55,36	55,36
Cobre	55,36	55,36
Ferro total	221,44	221,44
Manganês	55,36	55,36
Molibdênio	11,07	11,07
Zinco	22,14	22,14
Níquel	10,89	10,89
% de NH ₄ em relação a N total	11,92	4,23
Relação K/N	1,12	1,76
Condutividade elétrica, mS/cm	285,66	301,68

Fonte: Furlani, dados não publicados.

Tabela 5 – Preparo de solução nutritiva concentrada para morangueiro.

SOLUÇÃO COM SAIS SIMPLES	MORANGO A	MORANGO B	MORANGO C	MORANGO FASE VEGETATIVA	MORANGO FRUTIFICAÇÃO
				(5 L A + 5 L B)	(5 L A + 5 L C)
Sal/adubo	g/1.000 L	g/1.000 L	g/1.000 L	g/1.000 L	g/1.000 L
Nitrato de potássio	0	60.000	60.000	300	300
Nitrato de cálcio	96.000	0	0	480	480
Monoamônio fosfato	0	18.000	0	90	0
Monopotássio fosfato	0	21.600	43.200	108	216
Sulfato de magnésio	0	72.000	72.000	360	360
Sulfato de potássio	0	0	15.000	0	75
Coquetel de micronutrientes	3.000	0	0	15	15

Fonte: Furlani, dados não publicados.

Tabela 6 – Preparo da solução nutritiva inicial para morangueiro.

PREPARO DA SOLUÇÃO INICIAL			
FASE DAS PLANTAS	SOLUÇÃO CONCENTRADA		
	A	B	C
	L/ 1.000 L		
Vegetativa: do transplante das mudas até o início da frutificação	5,0	5,0	0,0
Frutificação: do início da frutificação em diante	5,0	0,0	5,0

Fonte: Furlani, dados não publicados.

Tabela 7 – Composição de solução inicial para morangueiro.

SOLUÇÃO COM SAIS SIMPLES	FASE VEGETATIVA	FRUTIFICAÇÃO
	g/1.000 L	g/1.000 L
Nitrato de potássio	300	300
Monoamônio fosfato	90	0
Monopotássio fosfato	108	216
Sulfato de magnésio	360	360
Sulfato de potássio	0	75
Nitrato de cálcio	480	480
Coquetel de micronutrientes	15	15
NUTRIENTE	FASE VEGETATIVA	FRUTIFICAÇÃO
	mg/L	mg/L
Nitrogênio – nitrato	109	109
Nitrogênio – amônio	15	5
N-total	123	113
Fósforo – total	47	48
Potássio – total	138	199
Cálcio	91	91
Magnésio – total	32	32
Enxôfre – total	43	56
Boro	0,28	0,28
Cobre	0,28	0,28
Ferro total	1,11	1,11
Manganês	0,28	0,28
Molibdênio	0,06	0,06
Zinco	0,11	0,11
Níquel	0,05	0,05
% de NH ₄ em relação a N total	11,92	4,23
Relação K/N	1,12	1,76
Condutividade elétrica, mS/cm	1,43	1,51

Fonte: Furlani, dados não publicados.

Correção da condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) das soluções iniciais (fase vegetativa e frutificação) deve estar entre 1,4 a 1,5 mS. As reposições de nutrientes são realizadas por meio da adição de volumes iguais das soluções concentradas A e B ou C, de acordo com a diminuição no valor da condutividade elétrica da solução nutritiva da fertirrigação.

Sintomas de deficiência nutricional

As figuras abaixo foram extraídas de Ullio (2010) e de Haifa Group (s.d.).

Nitrogênio: desenvolvimento de coloração vermelha a partir das margens internas do folíolo.

Figura 48 – Sintomas de deficiência de nitrogênio.



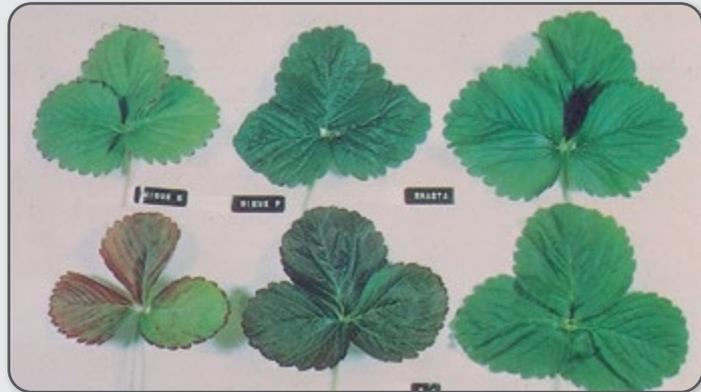
Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Fósforo: desenvolve-se uma coloração azulada em pequenas nervuras e, posteriormente, atinge toda a superfície da folha.

Figura 49 – Sintomas de deficiência de fósforo.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d.).



Potássio: coloração púrpuro-avermelhada a partir das margens externas dos folíolos. Evolui envolvendo a metade da superfície do folíolo, formando um triângulo esverdeado, que tem como centro a nervura central.

Figura 50 – Sintomas de deficiência de potássio.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d.).



Cálcio: os ápices das folhas em início de desenvolvimento apresentam uma coloração castanha e, com o desenvolvimento da folha, tornam-se necróticos, originando folíolos de tamanho menor que o normal.

Figura 51 – Sintomas de deficiência de cálcio.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Magnésio: entre as nervuras dos folíolos, há o desenvolvimento da coloração púrpuro-avermelhada. No início, as margens dos folíolos e, posteriormente, somente as nervuras centrais e áreas bem próximas a elas, apresentam coloração normal.

Figura 52 – Sintomas de deficiência de magnésio.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Enxofre: há cloroses e tamanhos desiguais em folíolos da mesma folha, aparecendo uma coloração escura nas margens externas deles.

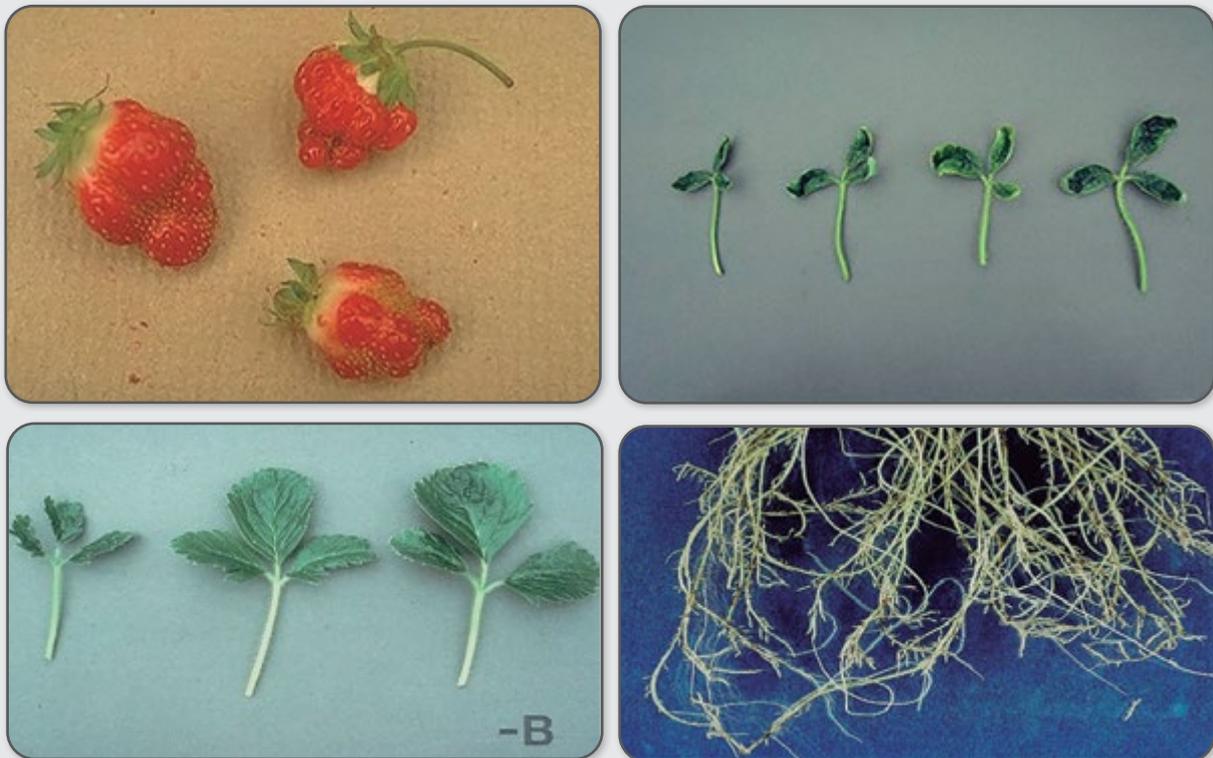
Figura 53 – Sintomas de deficiência de enxofre.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Boro: sintomas progressivos aparecem nas folhas em início de desenvolvimento, como necrose nas pontas, retorcimento e clorose nos folíolos, frutos deformados, folhas assimétricas e raízes pouco ramificadas engrossadas.

Figura 54 – Sintomas de deficiência de boro.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d.).

Manganês: os folíolos de folhas recém-formadas são foscos e verde-amarelados, com nervuras verde-escuras e margens apresentando pontuações púrpura.

Figura 55 – Sintomas de deficiência de manganês.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

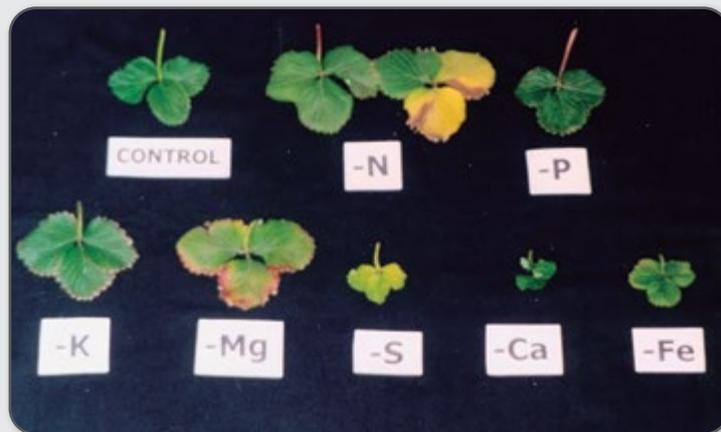
Ferro: clorose internerval permanecendo as nervuras mais internas com coloração verde intenso.

Figura 56 – Deficiência de ferro, normalmente induzida por elevado pH no meio de crescimento das raízes.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Figura 57 – Sintomas de deficiência de diferentes nutrientes em folhas de morangueiro.



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

Além dos sintomas de deficiência nutricional, o excesso de alguns nutrientes também pode causar sintomas, como nos exemplos a seguir:

Figura 58 – Sintomas de excesso de nutrientes. Boro (a); cloro (b); zinco (c); amônio (d) e cloreto (e).



Fonte: Ullio, 2010; Haifa Group (s.d).

6.4 IRRIGAÇÃO

Para realizar corretamente o manejo da irrigação deve-se levar em consideração questões, como:

- Quando aplicar?
- Quanto aplicar?
- Como aplicar?

Para responder a essas dúvidas, devem-se considerar os demais fatores envolvidos, como adubação (via fertirrigação), controle fitossanitário, clima, aspectos econômicos e ambientais, estratégias de condução da cultura e o operador.

O objetivo do manejo da irrigação é realizar uma produção de qualidade com equilíbrio e sustentabilidade, evitando problemas fitossanitários que podem ocorrer por meio de aplicações excessivas ou deficientes de água, evitar o desperdício de nutrientes, danos ao meio ambiente e racionalizar o uso de mão de obra, energia e água.

Para isso, devem-se considerar os parâmetros básicos relacionados a solo/substrato, planta e clima:

- Solo ou substrato: capacidade de retenção de água.
- Planta: sistema radicular, sensibilidade a estresse hídrico.
- Clima: demanda climática.

Determinação do consumo de água pelas culturas (ETc)

ETc: quantidade de água que deve ser reposta para manter o crescimento em condições ideais.

- Importância: elaboração de projetos, planejamento do uso da água, manejo das irrigações.
- Medida diretamente por lisímetros.
- Estimada pela evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente de cultura (kc).

ETo: evapotranspiração de referência, pode ser medida por vários métodos, clima, finalidade e dos dados existentes, os métodos utilizam uma ou mais variáveis e as estimativas podem ser simples ou complexas.

$$ETc = ETo \cdot kc$$

REFERÊNCIAS

BARAK, P. **Essential Elements for Plant Growth**. 2003. Disponível em: <<http://soils.wisc.edu/facstaff/barak/soilscience326/listofel.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

DECHEN, A. R. Nutrição mineral e sustentabilidade da produção agrícola. Aula proferida na disciplina Nutrição Mineral de Plantas, Curso de Pós-Graduação, **Instituto Agrônomo**, Campinas, 3 ago. 2006.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H. dos; CRESTE, J. E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário** – Morango: Tecnologia inovadora, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 36-40, 42, maio/jun. 1999.

HAIFA GROUP. **Nutritional recommendations for strawberry**. Disponível em: <<http://www.haifa-group.com/files/Guides/Strawberry/strawberry.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

TRANI, P. E.; VAN RAIJ, B. Hortaliças. In: VAN RAIJ, B. et al. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. (Boletim Técnico, 100). 285 p.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; CARRIJO, O. C. **Fertirrigação em hortaliças**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51 p. (Tecnologia APTA; Boletim Técnico IAC, 196).

ULLIO, L. **Strawberry Fertilizer Guide**. 2010. Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/333362/Strawberry-fertiliser-guide.pdf>. Acesso em: 2 dez.2015.

7.1 MANEJO E TAMANHO DAS EMBALAGENS

As embalagens, ao serem manipuladas e transportadas até o lugar definitivo, ficam com o substrato distribuído de forma irregular. Ao serem colocadas sob as bancadas, é importante manipulá-las de tal forma que haja uma distribuição uniforme desse substrato, pois pode formar bolsões de ar ou que uma parte da embalagem fique mais cheia que a outra e poderá dificultar o desenvolvimento das mudas (Figura 59). Várias empresas comercializam as embalagens prontas para uso e com a condutividade do substrato em níveis adequados para plantio.

Figura 59 – Embalagens sobre as bancadas.



Fonte: Rampazzo, 2013.

O produtor poderá também montar suas embalagens, basta adquirir todos os materiais, fazer a mistura e encher as bolsas. Verifica-se que, dependendo da matéria-prima, principalmente a casca de arroz carbonizada, não está disponível e o processo para prepará-la é trabalhoso. Tem sido encontrada com mais facilidade em outros estados, como São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde existem empresas fornecedoras. Portanto, os produtores preferem comprar as

⁹ Engº Agrº Elcio Félix Rampazzo, M.Sc. Entomologia Agrícola, Instituto EMATER.

embalagens com substratos prontos, mesmo que o custo por unidade fique maior. Caso optar em montar suas embalagens, é recomendável adequar a condutividade elétrica nos níveis aceitáveis para plantio.

As embalagens para o acondicionamento do substrato normalmente são tubulares e podem variar quanto ao tamanho e o número de plantas a serem cultivadas. Os tamanhos mais utilizados são de 0,30; 0,33; e 0,39 m de largura (vazios), e de 0,35; 1,0 e 1,35 m de comprimento. O tamanho mais utilizado é o de 0,33 m de largura por 1,0 m de comprimento, já as montadas pela iniciativa privada chegam a 1,35 m comprimento.

7.2 PREPARO DAS MUDAS

As mudas devem ser originadas de viveiros registrados no Renasem – Registro Nacional de Sementes e Mudanças, pois, além da segurança quanto a origem do material genético, deve-se zelar pela segurança fitossanitária, já que diversas pragas e doenças podem ser disseminadas por mudas contaminadas. Podem ser frescas ou frigorificadas, devem ter raízes nuas, sem resíduo de solo aderido a elas, e devem ter folhas e estolão cortados no comprimento de 3 cm. O excesso do material vegetativo deve ser descartado, pois poderá reduzir eventuais fontes de inóculo de patógenos. As raízes também poderão ser podadas, deixando-as com comprimento tal que não ultrapassem a altura das bolsas, para que não fiquem com as pontas enroladas por ocasião do plantio.

7.3 ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS

Diversos trabalhos de pesquisa têm sugerido o espaçamento entre plantas e, conseqüentemente, a densidade por m². Moraes e Furlani (1999) recomendam uma densidade de 8 a 16 plantas/m² no sistema hidropônico (NFT – Nutrient Film Technologie), utilizando canais de cultivo de 0,15 m de profundidade e 0,15 m de diâmetro com espaçamento entre plantas de 0,25 a 0,35 m. Bortolozzo (2007) utilizou quatro plantas no espaçamento de 0,20 m entre plantas, em embalagens de 0,3 m largura, 0,35 m comprimento e 0,1 m de altura.

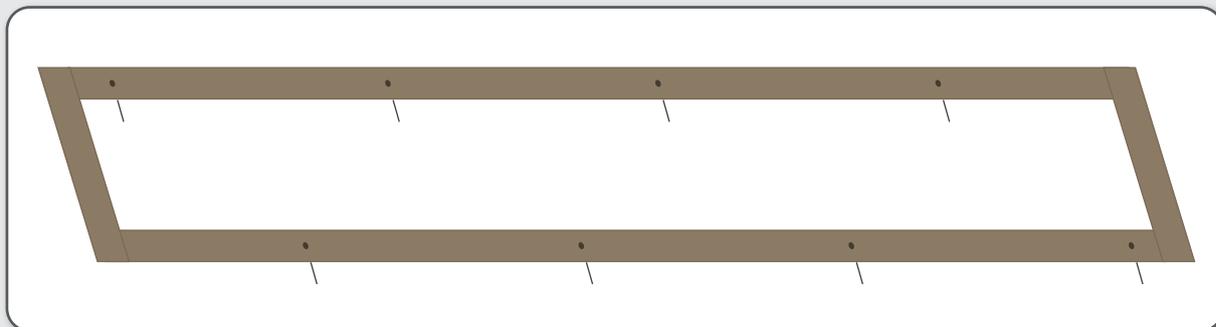
O trabalho desenvolvido por Oliveira et al. (2007) relata que, para aumentar a produção por planta, melhorar a precocidade e a qualidade dos frutos no sistema de produção em substrato, seria viável a redução da densidade populacional para 10 a 12 plantas por metro.

Ilha (2013) relata que a maioria dos produtores das regiões da Serra Gaúcha e Vale do Caí utiliza de 7 a 10 plantas por metro de *slabs*, dispostas em duas filas paralelas (em forma de triângulo). Mais recentemente alguns produtores estão preferindo utilizar apenas uma fileira de plantas por *slabs*, com 6 a 8 plantas por metro.

As estruturas implantadas pelo Instituto Emater em todo o norte do Paraná cultivam em média 8 plantas por metro linear de bolsa, o que daria 16 plantas por metro linear de bancada. No entanto, verifica-se a necessidade de estudos visando a uma redução de plantas e ou manejo das coroas para o segundo ciclo.

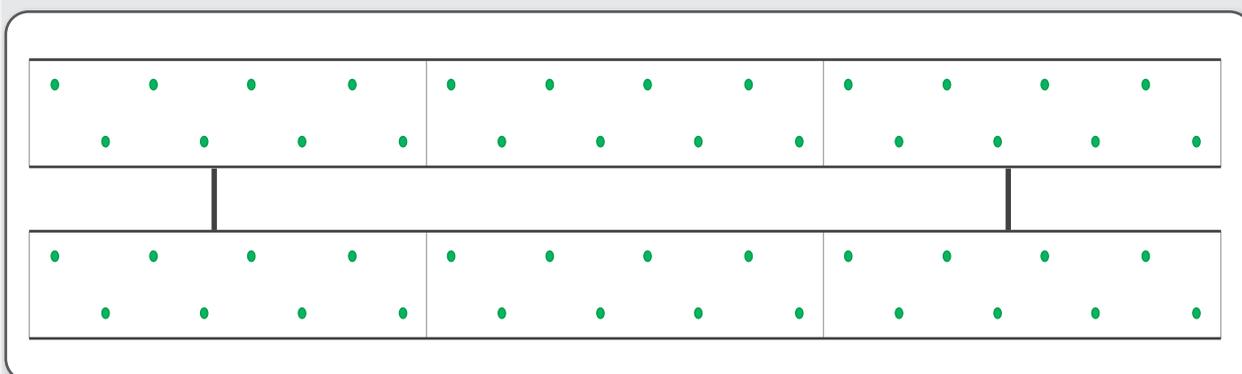
Para que o espaçamento entre as plantas fique uniforme, utiliza-se um gabarito de madeira e pregos (Figura 60) para assinalar (furar) no plástico da embalagem o centro do local do plantio e que posteriormente corta-se o plástico em forma de "X" ou abre-se uma circunferência em torno de 6,0 cm de diâmetro.

Figura 60 – Gabarito para furar o plástico.



Fonte: Rolla; Emater-PR, 2015.

Figura 61 – Vista superior do espaçamento entre as plantas.



Fonte: Rolla; Emater-PR, 2015.

Algumas empresas comercializam as embalagens com uma marcação métrica em seu comprimento, o que ajuda a definir um espaçamento linear, podendo dispensar o uso do gabarito.

7.4 PLANTIO

Antes de realizar o plantio, recomenda-se saturar as embalagens com água. Em seguida, distribuir as mudas sobre as embalagens para dar maior agilidade na operação. Utilizar um plantador metálico ou de madeira (Figura 62) colocar a parte bifurcada do plantador na extremidade da raiz. Introduzir o plantador com um pequeno ângulo em diagonal no interior da embalagem, de modo que a ponta da raiz fique mais ao centro da parte inferior da embalagem. É importante observar que o rizoma não fique totalmente coberto ou fora do substrato e que as raízes não fiquem dobradas, pois isso poderá comprometer o pegamento e crescimento da planta. Recomenda-se também

comprimir com o plantador, o substrato contra as raízes para aumentar a área de contato entre ambos (RONQUE, 2010).

Segundo Mógor et al., em plantio no solo, as folhas e raízes são emitidas a partir do rizoma, cuja profundidade de plantio é determinante para o desenvolvimento adequado da planta, pois, se as brotações das folhas novas da coroa ficarem sob a superfície do solo, poderá ocorrer a morte da muda; por outro lado, se o rizoma ficar aparente, poderá comprometer a emissão de raízes no decorrer do cultivo, especialmente no segundo ano, prejudicando a absorção de água e nutrientes, bem como a fixação das plantas ao solo, pois as gemas do rizoma que se diferenciarão em raízes estarão acima da superfície do solo. Portanto, a profundidade adequada de plantio é aquela em que o rizoma fica sob a superfície do solo sem, no entanto, a coroa estar coberta.

Preferentemente após o plantio deverão ser feitos os furos, embaixo das embalagens, para a drenagem da água que ficará retida no fundo.

A partir da operação do plantio, é necessário irrigar e acompanhar diariamente a umidade do substrato (acompanhamento subjetivo) para que este não resseque ou que fique encharcado.

7.5 IRRIGAÇÃO

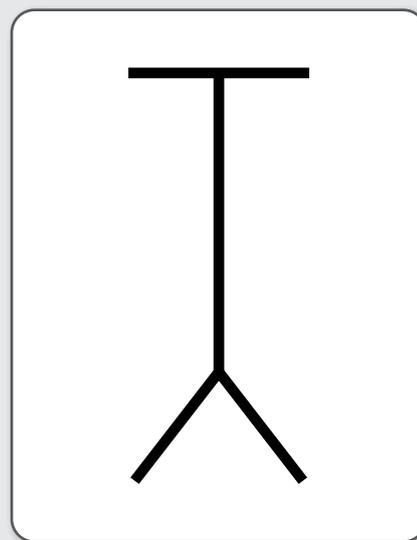
A maioria dos produtores que cultiva o morango sem solo em bancadas tem um sistema que é considerado como sistemas abertos, isto é, sistemas nos quais a água de irrigação e a solução nutritiva são drenadas e perdidas pela infiltração no solo. Considera-se como ponto crítico, visto que a água e ou solução drenada é considerada agente poluidor.

No cultivo protegido do morangueiro sem solo ou semi-hidropônico, em substrato artificial, utiliza-se a irrigação por gotejamento. A irrigação localizada tem como vantagens: alta eficiência de aplicação, economia de água, energia e mão de obra, permite automatização, fertirrigação e não interfere nos tratamentos fitossanitários. Esse sistema aplica água diretamente na região das raízes.

A qualidade da água é um fator importante na irrigação. Água de má qualidade poderá causar toxicidade nas plantas e, se for suja, entupirá o sistema de irrigação, que é bastante sensível a partículas minerais e orgânicas. A irrigação pode ser feita de três maneiras:

- a) com mangueira gotejadora que atravessa as sacolas que acondicionam o substrato, com espaçamento entre os gotejadores de 0,10 m;
- b) com mangueiras e gotejadores instalados a cada 0,10 m;
- c) com microgotejadores colocados, individualmente, para cada planta.

Figura 62 – Plantador de mudas.



Fonte: Rolla; Emater-PR, 2015.

Dependendo da região, é mais comum o uso das mangueiras gotejadoras em função do custo dos equipamentos e da instalação que é mais simples. Por outro lado, essas mangueiras estão mais sujeitas a entupimento dos orifícios.

No sistema com microgotejadores, acopla-se à mangueira de ½" botões gotejadores, distribuidores, microtubos e estacas cravadas próximas à planta, uma vez que são as responsáveis pelo gotejamento. O tempo de irrigação, no sistema semi-hidropônico, normalmente é em torno de 2 a 5 minutos, sendo fornecido até 1 litro de água por saco, com quatro plantas, por irrigação, dependendo da época do ano e da condição climática.

Para evitar problemas com entupimento dos gotejadores e microgotejadores, é necessário que sejam utilizados filtros, para a filtragem da água. No sistema semi-hidropônico, os filtros mais utilizados são os de areia e os de disco. Os filtros de areia, normalmente, são utilizados para reter partículas com diâmetros maiores. O filtro de disco retém, também, partículas com diâmetros menores e devem ser instalados entre a saída do reservatório de água e a entrada da água para as bancadas, uma vez que poderão conter partículas de adubo não dissolvidas. Também pode-se instalar um filtro de disco antes da entrada da água no reservatório. A instalação do mesmo antes da entrada também auxiliará na retenção de partículas de silte e argila que estarão em suspensão na água (BORTOLOZZO, 2007).

Uma das maneiras adotadas pelos produtores para a limpeza das mangueiras gotejadoras é a colocação de pequenos pedaços de espuma em seu interior. Colocar os pedaços de espuma, no início da entrada de água, deixando a parte final aberta (Figura 63). A pressão da água exercida pela bomba faz a espuma deslocar-se por toda a extensão da mangueira, saindo na extremidade aberta, carregando, com isso, todo o resíduo que se acumula em seu interior.

Figura 63 – Pedacos de espuma no fim da mangueira.



Fonte: Rampazzo, 2015.

Além dos equipamentos citados acima, o sistema para irrigação é composto por um conjunto moto-bomba, reservatórios de água para o preparo da solução nutritiva e irrigação do sistema (Figura 64), um condutivímetro para medir a condutividade elétrica da solução e um peagâmetro para medir o pH da solução. Um mesmo aparelho de medição poderá ter várias funções.

Figura 64 – Conjunto para fertirrigação.



Fonte: Rampazzo, 2014.

7.6 MANEJO DAS PLANTAS

Após um período de mais ou menos 15 dias, começam a surgir as primeiras flores. Para que as plantas cresçam e desenvolvam bem, é necessário um desbaste contínuo destas flores, até que as plantas apresentem cinco folhas, deixando a seguir toda inflorescência (BORTOLOZZO, 2007).

Com o desenvolvimento das plantas, vão surgindo inúmeras folhas, estolões e estruturas florais que deverão ser manejadas para limpeza das plantas. Recomenda-se retirar:

- Folhas velhas (início amarelecimento), folhas com sintomas de doenças ou quando o enfolhamento é excessivo, visando permitir maior arejamento e penetração de luz.

- Estolões, que normalmente surgem quando há o aumento da frequência de luz e temperatura (Figura 65). Alguns estolões poderão ser deixados para formação de nova muda, em substituição a falhas do pegamento de mudas que possa ter ocorrido no plantio.

Figura 65 – Emissão de estolões.



Fonte: Rampazzo, 2014.

- As flores e frutos doentes ou malformados, quando afetados por doenças ou por falhas durante a polinização, além do pedúnculo dos frutos com a realização da colheita.

Todo material vegetativo descartável deve ser acondicionado em embalagens e retiradas para fora da área produtiva para compostagem.

7.7 PODA (2º CICLO)

Ao iniciar o segundo ciclo (Figura 66), as plantas que antes possuíam uma coroa agora aparecem com diversas coroas, com folhagem exuberante, formando uma verdadeira touceira. Para a redução do número de coroas e folhagem e atingir o número desejado delas, ainda há a necessidade de mais estudos. No entanto, até que não se tenha uma recomendação da pesquisa,

recomenda-se deixar no máximo três coroas, retirando toda a folhagem velha, com deficiência nutricional ou doente, deixando algumas folhas novas e toda a brotação em início de crescimento. Essa operação é realizada normalmente em início de abril, quando a temperatura está mais amena (Figura 67).

Observa-se que há uma operação intensiva da mão de obra, em função dos cuidados para não danificar as novas brotações.

Figura 66 – Plantas final do primeiro ciclo.



Fonte: Rampazzo, 2013.

Figura 67 – Planta podada.



Fonte: Rampazzo, 2015.

Trabalhos desenvolvidos no Rio Grande do Sul por Vignolo et al. (2013), no cultivo do morango diretamente no solo, relatam que na poda das plantas no início do 2º ciclo (março), o produtor deve estar atento à condição nutricional e, principalmente, sanitária das plantas. Se as plantas estiverem saudáveis, com bastante flores e frutos, não há necessidade de realizar a poda, porém, se as plantas apresentam muitas doenças e pouca produção, é importante realizar a poda das plantas para renová-las. A poda pode ser realizada deixando-se apenas de três a seis folhas centrais e saudáveis para que haja uma renovação da estrutura da planta e também diminuir o inóculo de doenças. Deve-se atentar para não retirar todas as folhas para que a planta continue realizando fotossíntese e, com isso, se renove mais rapidamente.

Se houver necessidade de podar as plantas, recomenda-se realizá-la em março com a temperatura mais amena, pois se for realizada em abril a renovação da planta ocorre mais lentamente, retardando assim o reinício da produção de frutos. A poda não deve ser realizada antes de março, pois os meses de janeiro e fevereiro são muito quentes, podendo ocorrer alta mortalidade de plantas.

Toda vez que se fizer a retirada intensiva de folhas, principalmente no início de novo ciclo, recomenda-se o uso de um fungicida protetor.

7.8 MANEJO DAS CORTINAS

Quando o produtor optar por cortinas nas laterais, estas deverão ser manejadas diariamente, salvo em casos de temperatura muito baixa ou de ocorrência de chuvas ou ventos fortes. Verifica-se também nas regiões mais quentes a colocação de telas, que também deverão ser manejadas diariamente para permitir a entrada de insetos polinizadores.

Alguns agricultores, visando ao impedimento da entrada de pequenos animais, têm colocado em todo o perímetro da estufa uma “saia” de plásticos com aproximadamente 0,60 a 0,80 m de altura do solo.

7.9 COLHEITA

O morango é um fruto não climatérico, não ocorre amadurecimento nem melhoram as características organolépticas após a colheita. Seu sabor e brilho é um dos mais importantes aspectos de qualidade exigidos pelo consumidor. São frutos muito perecíveis, sendo necessário muito cuidado em seu manuseio para evitar perdas.

A pré-classificação dos frutos durante a colheita é muito importante, devendo ser eliminada toda fruta danificada por fungos ou insetos, além da fruta deformada e muito madura que poderá ser congelada ou aproveitada na industrialização (CANTILLANO, 2005).

A colheita é manual e começa aproximadamente aos 60/70 dias após o plantio, podendo estender até janeiro para as cultivares de dias curtos e até início de março (norte do Paraná), para cultivares de dias neutros. O ponto de colheita pode variar em função da distância do mercado.

Segundo Cantillano (2005), recomenda-se colher os frutos com o cálice e com aproximadamente 75% da superfície de cor vermelho brilhante. Se forem colhidos muito verdes ou muito maduros, terão baixo valor comercial. As cestas de colheita devem estar limpas e forradas com papel limpo. Escolher as horas mais frescas do dia para a colheita.

A embalagem adequada é importante para evitar danos físicos ao produto. Essas embalagens devem ser novas, limpas e não provocar alterações internas ou externas na fruta. As embalagens utilizadas variam conforme o mercado de destino, mas de modo geral usam-se caixetas (cumbucas) de poliestireno, cobertas com filme polímero, ou caixas de plástico transparente com tampa para os mercados mais nobres, com capacidade em torno de 280 g. Os frutos são dispostos em uma ou duas camadas. Alguns produtores utilizam caixas de papelão personalizadas, com os frutos soltos, com capacidade de 1,0 kg.

Poucos agricultores realizam o resfriamento dos frutos, ficando a cargo do comerciante atacadista e varejista.

A Resolução n. 748/2014, da Secretaria da Saúde do Paraná, torna obrigatória a rotulagem das embalagens do morango, visando à identificação de origem.

Para a comercialização, todos os canais deverão ser considerados, seja através de feira livre, entregas diretamente em empresas e condomínios, sacolões, quitandas, atacadistas (maiores volumes) e grandes varejistas. O programa nacional da alimentação escolar e o compra direta tem contribuído para absorver grande quantidade de frutos.

7.10 PRODUTIVIDADE X PREÇOS

A produtividade obtida no primeiro ciclo tem ficado em torno de 650 a 730 g/planta e a do segundo ciclo entre 1,0 a 1,5 kg/planta. A experiência do produtor no cultivo do morango no solo tem refletido no aumento da produtividade.

Os preços são variáveis, dependendo da localização da propriedade e do poder de barganha do produtor (*marketing* do produto), no entanto tem sido comercializado para os programas governamentais em torno de R\$ 7,00/kg e, no mercado livre, acima de R\$ 10,00/kg.



REFERÊNCIAS

- BORTOLOZZO, A. R. et al. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. (Circular Técnica, 62).
- Cantillano, R. F. F. Sistema de produção de morangos: colheita e pós-colheita. **Sistema de produção**, Embrapa, n. 5, 2005.
- GOTO, R.; DA HORA, R. C. Avanços na área de cultivos protegidos para pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PEQUENAS FRUTAS, 4, 4 a 5 de julho de 2007, Vacaria, RS. **Anais ...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2007. P. 29-34. (DOC. 59).
- ILHA, L. L. H. **Curso sobre Produção de morango semi-hidropônico**. [s. d.] Apostila mimeografada.
- MÓGOR, A. F. et al. Aspectos fitotécnicos do cultivo do morangueiro. In: COMO PRODUZIR MORANGOS. UFPR, Curitiba, 2014. p. 87-93.
- MORAES, C. A. G.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de fruto em hidroponia. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.
- OLIVEIRA, P. B. et al. **Sequência cultural morango/framboesa**: produção precoce de morango. 2007. Folha de Divulgação n. 9. Projecto Agro 556, Odemira. 31 p.
- RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: Instituto Emater, 2010. 52 p.
- VIGNOLO, G. K. et al. Manejo de cultivares de morangueiro de dia neutro: produção de frutos durante 16 meses e uso de plasticultura. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PEQUENAS FRUTAS, 7, 16 a 18 de julho de 2013, Vacaria, RS. **Anais ...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2014. p. 12-18.

8 DOENÇAS DO MORANGUEIRO

Hugo Reis Vidal¹⁰

O cultivo do morangueiro vem crescendo nos últimos anos, acompanhado de problemas fitossanitários, ocasionando o uso em larga escala de defensivos agrícolas, preocupação e resistência ao consumo dos frutos, além da agressão ao meio ambiente.

O morangueiro é facilmente infestado por patógenos de solo, sendo indicada a rotação com outras culturas, prática essa muitas vezes não realizada. Diversas alternativas vêm sendo propostas para minimizar esse inconveniente, destacando-se o cultivo protegido e fora do solo, que propicia alterações positivas no ambiente de cultivo, com menor ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas. Por estar em ambiente protegido com menor molhamento das plantas, o sistema permite significativa redução de doenças, o que facilita o manejo reduzindo o uso de agrotóxicos

10 Eng. Agr. HVIDAL Consultório Agrônômico Ltda. Curitiba-PR

8.1 OÍDIO

Etiologia: *Oidium sp.* (fase anamórfica); *Sphaerotheca macularis* f.sp. *fragariae* (Walh. ex Fr.) Jacz. Peries

Condições favoráveis: esse fungo é um parasita obrigatório. Nos cultivos de morangueiro, em nossas condições, predomina a fase anamórfica. As condições que favorecem a doença são temperatura na faixa de 15 a 30°C, a baixa umidade relativa, a baixa luminosidade e o cultivo em túneis.

Sintomas: os sintomas incidem sobre a parte aérea da planta, cujas folhas ficam cobertas por um crescimento pulverulento branco, que diz respeito às frutificações do patógeno. Essas folhas ficam curvadas para cima e, com a evolução da doença, exibem necrose, fazendo com que a planta sofra desfolha. Os frutos também podem ficar cobertos pelo crescimento e mostram suscetibilidade em todos os estágios de desenvolvimento, diminuindo a qualidade comercial.

Manejo: o manejo desse patógeno envolve o uso de cultivares resistentes. Além disso, deve-se fazer um monitoramento da doença e das condições climáticas, muito importantes para a maior ou menor intensidade de ocorrência, e efetuar as pulverizações com fungicidas, bem como utilizar produtos e/ou caldas alternativas que têm mostrado eficiência em algumas situações.

Figura 68 – Oídio (*Oidium sp.*).



Fonte: Costa.

8.2 MOFO CINZENTO

Etiologia: *Botrytis cinerea* Pers ex. Fr. (fase anamórfica); *Botryotinia fuckeliana* (de Bary)(fase teleomórfica).

Condições favoráveis: o causador dessa podridão em frutos ocorre em condições de alta umidade e temperatura em torno de 20°C. Outros fatores como excesso de nitrogênio, plantio adensado, sistema de irrigação por aspersão, também a favorecem.

Sintomas: esse patógeno causa danos importantes em frutos, porém, sob condições ideais, também infecta pecíolos, folhas, botões florais, pétalas e pedúnculos. Nos frutos, as lesões iniciais são marrom-claras, secas e de tamanho variável. Essas lesões atingem toda a superfície do fruto, que fica coberto pela frutificação do fungo de coloração cinza, provocando uma podridão seca.

Manejo: a prática da retirada de restos culturais vem sendo adotada e tem se mostrado eficiente. A adubação equilibrada com cálcio é outro fator determinante para a redução da doença. O uso de produtos biológicos, como a utilização do fungo *Clonostachys rosea* e *Bacillus subtilis*, linhagem QST 713, é alternativa de manejo ainda não difundida entre os produtores no Paraná.

Figura 69 – Mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers ex. Fr.).



Fonte: Costa.

8.3 PODRIDÃO DE *RHIZOPUS*

Etiologia: *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill.

Condições favoráveis: a ocorrência dessa podridão depende da existência de ferimentos nos frutos, os quais geralmente são produzidos durante tratamentos culturais. Alta umidade e temperatura favorecem a produção de um micélio branco e abundante, com esporângios escuros, na superfície dos frutos.

Sintomas: essa é uma importante doença pós-colheita dos frutos do morangueiro. Com a infecção pelo patógeno, os frutos exibem alteração na coloração, evoluindo para uma podridão mole e aquosa. Sob condições ideais, pode haver produção de micélio branco e abundante, com a presença de esporangióforos e esporângios escuros, que são as estruturas reprodutivas do patógeno.

Manejo: para o manejo desses fungos, é essencial evitar ferimentos durante a colheita dos frutos, bem como evitar colhê-los em períodos de sol intenso. Outra medida importante é a limpeza e a higienização periódica das embalagens de colheita (caixas, cestas, baldes, etc.). A presença de ferimentos, sejam os causados durante o processo de manipulação, sejam os efetuados por insetos e outros fatores, é também fundamental para manifestação desse fungo. A adubação equilibrada com cálcio e potássio é muito importante para a redução desse patógeno, além dos cuidados no manuseio.

Figura 70 – Podridão de *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill.)



Fonte: Costa.

8.4 FLOR PRETA

Etiologia: *Colletotrichum fragariae* Brooks.

Condições favoráveis: alta umidade relativa do ar e temperaturas amenas, na faixa de 19-23°C, são ideais para a infecção pelo patógeno. Também excesso de irrigação e adubação nitrogenada são favoráveis à doença. Esta é importante durante o florescimento e frutificação, principalmente nas cultivares suscetíveis. Em frutos imaturos, temperatura em torno de 25°C e umidade contínua são condições suficientes para causar infecção em mais de 80% dos morangos.

Sintomas: o principal sintoma observado é a necrose progressiva dos pedúnculos e demais partes dos órgãos florais, culminando com a seca e morte das flores. Os frutos pequenos e em crescimento podem ser atacados, adquirindo coloração escura e tornando-se mumificados. Os frutos formados têm lesões de formas arredondadas, levemente deprimidas, coloração castanha a marrom-escura e consistência firme. No campo, podem ser encontrados frutos infectados cobertos por esporos do fungo. Nas folhas, surgem manchas de formato irregular e cor marrom-escura. Estas surgem nos bordos ou ápices e crescem em direção ao centro do folíolo.

Manejo: a utilização de mudas saudáveis é fator decisivo para evitar a introdução da doença em novas áreas, daí a importância da certificação dos viveiros existentes no país. O fungo *C. fragariae* tem sido observado em condições de viveiro, infectando os estolões, que apresentam lesões alongadas e deprimidas de cor escura e ocasionam a morte das mudas. O manejo adequado é a eliminação imediata das mudas infectadas, uma vez que os viveiros que usam solo e não bandejas em substratos utilizam irrigação por aspersão, o que torna o seu controle extremamente difícil, pois os fungicidas apresentam baixa eficiência. A utilização de fungicidas para esse alvo biológico tem apresentado baixa eficiência em condições de campo, além da ocorrência de resistência ao grupo químico dos benzimidazóis. Como geralmente a doença inicia em focos, o monitoramento é essencial para o tratamento da mesma.

Figura 71 – Flor Preta *Colletotrichum fragariae* Brooks.



Fonte: Costa.



REFERÊNCIA

ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, Á. F. (Org.). **Como produzir morangos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2014. 280 p.

Pragas-chave em cultivo em substrato e estufa (Zawadneak et al., 2014)

- I. Ácaros (*Tetranychus urticae*; *Phytonemus pallidus*);
- II. Pulgões (*Chaetosiphon fragaefolii*; *Aphis forbesi*);
- III. Lagarta-da-coroa (*Duponchelia fovealis*);
- IV. Drosófila da asa manchada (*Drosophila suzukii*);
- V. Fungus gnats (*Bradysia sp.*)
- VI. Mosca branca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Pragas secundárias

- I. Broca-dos- frutos (*Lobiopa insularis*)
- II. Moluscos (Lesma – *Deroceras laeve* e Caracol – *Bradybaena similaris*)
- III. Lagartas (*Spodoptera frugiperda*; *Spodoptera eridania*)
- IV. Drosófila do figo (*Zaprionus indianus*)

Figura 72 – Pragas x estádios fenológicos .

Quantificação de organismos-pragas presentes na cultura				
Estádios fenológicos do morangueiro				
1	2	3	4	5
				
folhas desenvolvidas	aparecimento do órgão floral	floração	frutos verdes	frutos maduros
lagartas noctuídeos	afídeos	afídeos tripes ácaros crisomelídeos	afídeos tripes ácaros fungus gnats	fungus gnats moluscos ácaros drosófila mosca-branca lagarta-da-coroa nitidulídeos

Fonte: Zawadneak, 2014.

11 Eng Agrônoma, Professora DRa UFPR. mazawa@ufpr.br

12 Eng Agrônoma. Bolsista CNPq/ UFPR. eneidadolci@yahoo.com.br

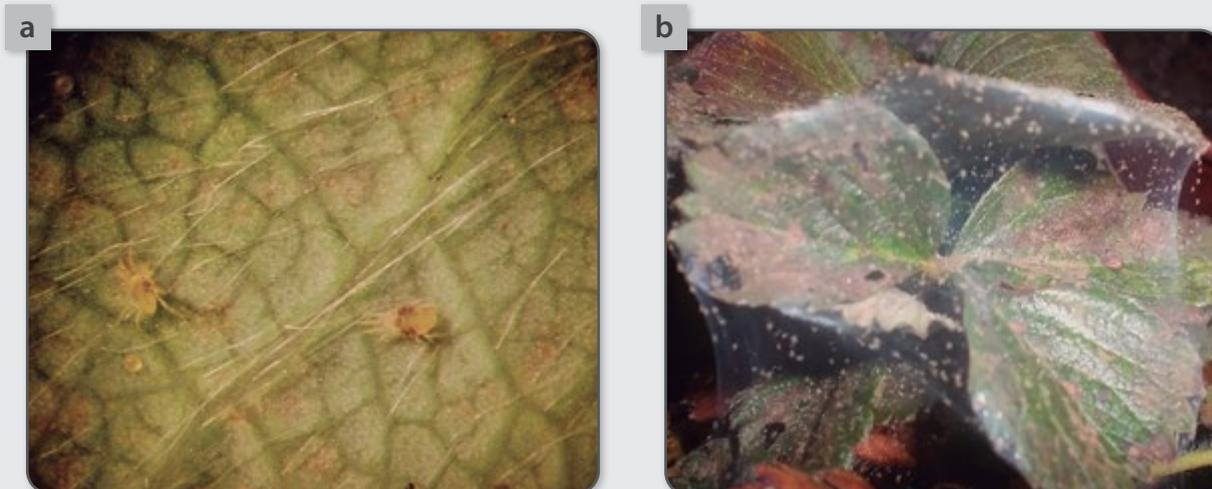
Tabela 8 – Principais artrópodes pragas associadas à cultura do morangueiro em *slabs* e estratégias para o monitoramento e controle.

Nome comum	Nome científico	Monitoramento	Controle
Ácaro-rajado (Fig. 73)	<i>Tetranychus urticae</i>	O monitoramento deve ser realizado contando-se com auxílio de lupa (aumento 20x) o número de indivíduos presentes em 20 plantas por ha. Em cada planta, avaliar a população em uma folha. O controle através da liberação de ácaros predadores deve ser realizado quando forem encontrados até cinco ácaros por folha, em média. Caso o número de ácaros fitófagos seja superior a esse nível, optar pelo controle químico.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar mudas sadias. ▪ Liberar ácaros predadores (<i>Phytoseiulus macropilis</i> e <i>Neoseiulus californicus</i>) como agentes de controle biológico. <i>P. macropilis</i> deve ser liberado em áreas com infestação elevada do ácaro-rajado, enquanto <i>N. californicus</i> é empregado quando se deseja um controle mais permanente e sob menor pressão do ácaro rajado. ▪ Conservar os inimigos naturais presentes no cultivo evitando o emprego de inseticidas piretroides. ▪ Controle químico utilizando ingredientes ativos com diferentes modos de ação. ▪ Azamax.
Pulgões (Fig. 74)	<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>	O monitoramento deve ser realizado observando-se a parte inferior das folhas e indiretamente, a presença de formigas que se associam às colônias de pulgões. Adotar medidas de controle quando for observado 5% de plantas infestadas numa amostragem de 20 plantas por ha.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservar os inimigos naturais, principalmente parasitoides. ▪ Controle químico. ▪ Azamax.
Tripes (Fig. 75)	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Realizar o monitoramento semanal no cultivo batendo-se as flores (20 flores/ha) sobre uma superfície branca para verificar a presença dos tripes. Recomenda-se realizar o controle quando for encontrado em média mais de cinco tripes por flor em 50% das flores amostradas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminação das plantas hospedeiras próximas do cultivo. ▪ Controle químico.
Noctuídeos (Fig. 76)	Gêneros <i>Spodoptera</i> , <i>Agrotis</i> e <i>Helicoverpa</i>	O monitoramento deve ser realizado avaliando-se a presença do inseto no solo em 20 plantas por ha. O controle deve ser realizado quando forem encontrados 5% de plantas com presença de lagartas ou 2% de frutos danificados.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controle químico aplicado ao entardecer.
Drosófila (Fig. 77)	<i>Drosophila suzukii</i> e <i>Zaprionus indianus</i>	Para adultos, usar de potes plásticos ou PET, com furos e preenchidas com atrativo alimentar (vinagre de uva ou maçã) (200 mL) e gotas de detergente neutro. As armadilhas devem ficar penduradas a uma altura de 0,5 m do chão ou logo acima das folhagens da cultura. Trocar o atrativo alimentar semanalmente e os insetos contados. Utilizar pelo menos duas armadilhas em cada área de cultivo com até 0,5 ha aumentando-se proporcionalmente conforme maior for à área cultivada.	Remoção de frutas infestadas, poda, para a redução das populações das drosófilas. Destruir e remover as plantas hospedeiras alternativas presentes na volta dos cultivos. Os frutos com larvas devem ser removidos do campo e solarizados usando sacos de plástico transparentes ou pretos. O controle biológico natural por parasitoides do gênero <i>Phaenopria</i> (<i>Hymenoptera: Diapriidae</i>) e por vespas das espécies <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> e <i>Trichopria drosophilae</i> . Adultas predadas por <i>Orius laevigatus</i> e pelas moscas <i>Coenosia attenuata</i> . Não existem inseticidas registrados para essa praga.

Nome comum	Nome científico	Monitoramento	Controle
Fungus gnats (Fig. 78)	<i>Bradysia</i> sp	Usar armadilhas adesivas de cor amarela, nas dimensões de 12 x 25 cm (cartões) para atrair e capturar adultos. As armadilhas funcionam para indicar a presença desses dípteros no interior do viveiro e também ajudam no seu controle, reduzindo sua população.	Liberação inundativa de ácaros-predadores <i>Stratiolaelaps scimitus</i> seja realizada logo após o plantio das mudas, quando a densidade populacional da praga ainda é baixa, liberação de 200 ácaros predadores/m ² .
Lagarta-da-coroa (Fig. 79)	<i>Duponchelia fovealis</i>	A maneira mais prática de identificar a presença do inseto é a avaliação visual para detectar formas imaturas (larvas, pupas em casulos) e sintomas de danos causados às plantas. O monitoramento da população pode ser realizado pela captura de adultos com armadilhas com lâmpada ultravioleta, placas com cola e recipientes com água têm monitorado de forma satisfatória a população de adultos em áreas de cultivo do morangueiro.	A sanidade é uma das recomendações de controle cultural mais importantes, consistindo principalmente na remoção de plantas infestadas e de plantas não produtivas da área de cultivo. É recomendada ainda a remoção das folhas do baixeiro da planta, que estão em contato com o <i>slab</i> , o manejo da água de irrigação. Lambdacialotrina em tratamento final da tarde. Spinetoran (Delegate WGR®) e os inseticidas biológicos a base de <i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> GC 91, transconjugado (híbrido) com toxinas de <i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i> quando pulverizados via foliar e direcionados à coroa, têm demonstrado potencial no controle de <i>D. fovealis</i> .
Broca-do-morango (Fig. 80)	<i>Lobiopa insularis</i>	O monitoramento pode ser utilizado através do emprego de armadilhas (potes plásticos com a tampa perfurada, iscadas com suco de morango + Inseticida distanciadas 10 m entre si na linha do canteiro ou através análise dos frutos danificados. As medidas de controle devem ser adotadas quando for observada a presença de 2% de frutos atacados ou a partir da captura dos primeiros adultos nas armadilhas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminação dos frutos danificados e refugados, deixados nas bancadas ou no chão perto da estufa. ▪ <i>Beauveria bassiana</i>. ▪ <i>Azadiracta indica</i> (Azamax®)
Lesmas e caracóis (Fig. 81)	<i>Deroceras laeve</i> e <i>Bradybaena similares</i>	Amostrar 20 plantas por ha detectando a presença dos moluscos. Fazer o controle caso seja observado 5% de plantas com presença dos moluscos.	

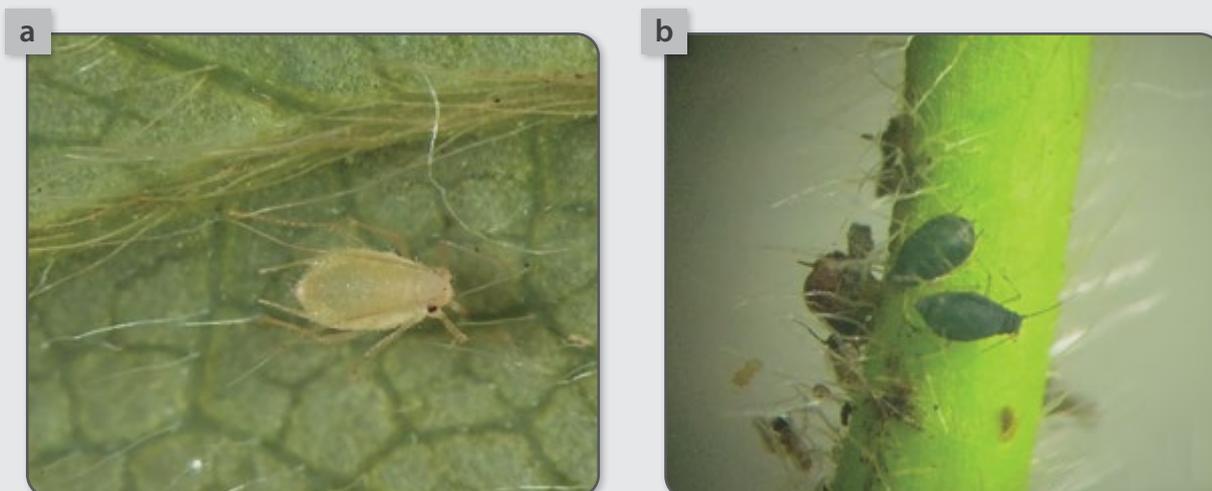
Fonte: Adaptado de Botton et al., 2010.

Figura 73 – Ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) adultos e ovos (a) sintomas do ataque (b).



Fonte: Zawadneak.

Figura 74 – Pulgões *Chaetosiphon fragaefolii* forma áptera (a) e *Aphis forbesi* ninfas e formas ápteras (b).



Fonte: Zawadneak.

Figura 75 – Tripes *Frankliniella occidentalis* adulto (a) presença de tripses na flor (b).



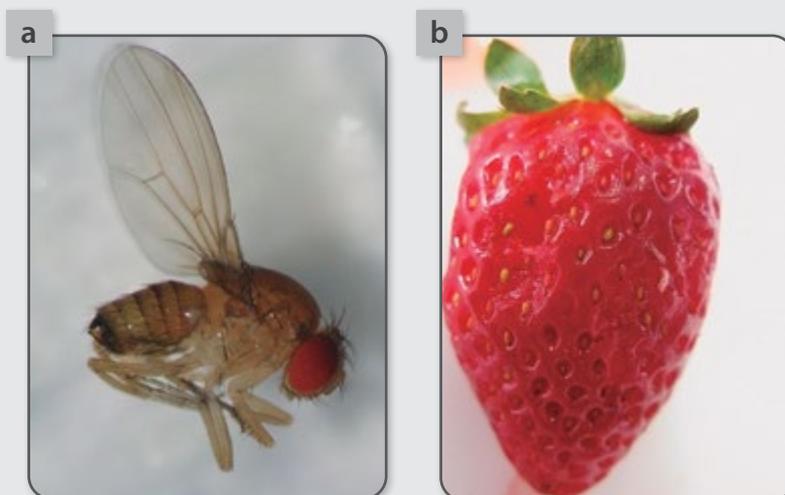
Fonte: Zawadneak.

Figura 76 – Lagartas de Noctuidae - *Spodoptera eridanea* (a) *Helicoverpa* spp. (b) e *Agrotis* sp. (c).



Fonte: Zawadneak.

Figura 77 – Drosófila-da-asa-manchada – *Drosophila suzukii* adulto (a) fruto danificado com larvas (b).



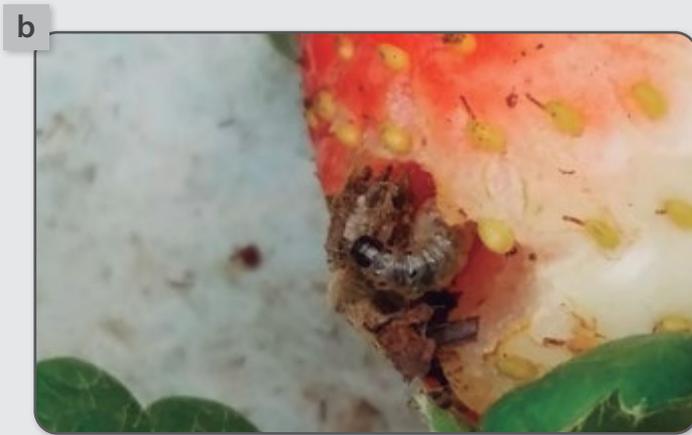
Fonte: Santos.

Figura 78 – Fungus gnats - *Bradysia* sp. adulto (a) larva no fruto (b).



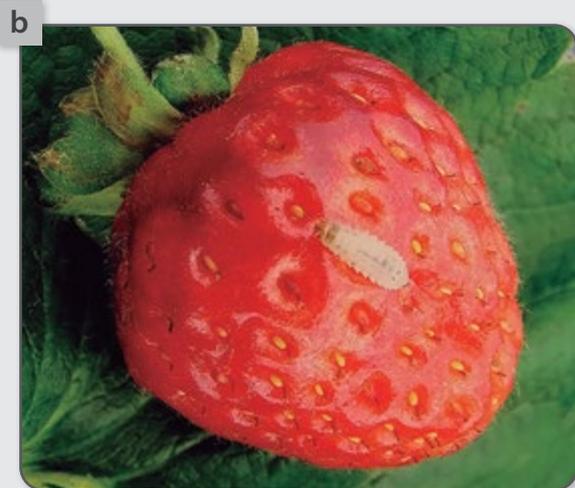
Fonte: Souza (a); Zawadneak (b).

Figura 79 – Lagarta-da-coroa *Duponchelia fovealis* adulto (a) lagarta no fruto (b).



Fonte: Zawadneak.

Figura 80 – Broca-do-morango, *Lobiopa insularis* adulto (a); larva (b).



Fonte: Zawadneak.

Figura 81 – Lesmas e caracóis *Deroceras laeve* (a) *Bradybaena similaris* (b).



Fonte: Zawadneak.



REFERÊNCIAS

BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D.E.; ZAWADNEAK, M.A.C. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 46 p.

BOTTON, M. et al. **Manejo de pragas na cultura do morangueiro**. 2010. In: V Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas.

ZAWADNEAK, M. A. C. et al., H. R. Pragas do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C. et al. **Como produzir morangos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2014. 280 p.



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná
Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faep



Linkedin
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP