

Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 180

Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças

*Marçal Henrique Amici Jorge
Raphael Augusto de Castro e Melo
Francisco Vilela Resende
Edilson Costa
Juscimar da Silva
Ítalo Moraes Rocha Guedes*

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2020

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. T. Clemente

Secretária

Clidíneia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonade

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Tratamento de ilustrações

André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Marçal H A Jorge

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças / Marçal Henrique Amici Jorge ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020.

30 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312 ; 180).

1. Reprodução vegetal. 2. Resíduo orgânico. I. Jorge, Marçal Henrique Amici. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.0482

Autores

Marçal Henrique Amici Jorge, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Raphael Augusto de Castro e Melo, Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Francisco Vilela Resende, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Edilson Costa, Engenheiro Agrícola, Doutor em Construções Rurais e Ambiente, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, MS

Juscimar da Silva, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Ítalo Moraes Rocha Guedes, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Sumário

Introdução.....	9
Materiais utilizados na formulação de substratos.....	12
Características físicas de substratos.....	17
Características químicas de substratos.....	18
Formulações comerciais de substratos.....	24
Formulações específicas para substratos orgânicos.....	24
Considerações finais.....	26
Referências.....	27

Introdução

Os substratos são hoje o meio de produção de mudas e de material propagativo predominante na olericultura. Isso se deve à disponibilidade de diversos materiais puros ou em misturas, bem como das informações técnicas geradas pelas empresas produtoras, instituições de pesquisa, extensão e ensino, levando à popularização do uso de bandejas multicelulares e vasos por agricultores e consumidores de modo geral (Figura 1).



Fotos: Marçal H. A. Jorge

Figura 1. Recipientes comumente utilizados para produção de mudas de hortaliças: bandejas multicelulares (A) e vasos (B) de polietileno.

Estes recipientes, tendo como característica principal a formação de mudas individualizadas, são preenchidos exclusivamente com substratos contendo propriedades que permitem o desenvolvimento e a estruturação das raízes e da parte aérea de plântulas de hortaliças.

Dentre as características desejáveis dos substratos, as principais são: baixo custo, disponibilidade de fornecimento no mercado, teor de nutrientes, pH e capacidade de troca de cátions adequados, ausência de patógenos, aeração, retenção de água e boa agregação às raízes. Tais características estão diretamente relacionadas com sua textura e a qualidade dos materiais que compõem a sua formulação. Nas últimas décadas, a qualidade dos substratos aumentou sobremaneira e, no mercado agrícola, várias formulações podem ser encontradas, conforme as necessidades dos viveiristas, assim como muitos substratos podem ser formulados no próprio local, com aproveitamento de resíduos orgânicos, permitindo ampliar a sustentabilidade do sistema de produção.

Em todas as regiões produtoras de hortaliças, em se tratando de médios e grandes empreendimentos, dificilmente serão encontrados produtores que não fazem uso de substratos para a formação de suas mudas, seja com formulação própria ou pela aquisição comercial de fornecedores. É interessante mencionar que essa popularização do substrato teve início nos anos 80 com o aparecimento das primeiras empresas nacionais formuladoras de substrato. Até então, quando as formulações e misturas eram feitas muitas das vezes na própria propriedade ou por fornecedores menos habilitados, as principais reclamações sobre a qualidade dos substratos eram com relação à padronização, contaminação por patógenos, sementes de plantas indesejáveis e custo elevado. Atualmente, os produtos são disponibilizados no mercado a granel em embalagens que variam de 8 a 35 kg e cuidados em seu armazenamento e manuseio aumentam significativamente a vida útil do insumo (Figura 2). Esse cenário faz com que os produtores de mudas dispensem mais tempo no manuseio dos recipientes, semeio e tratos culturais, e menos tempo com a preparação do substrato.

Fotos: Marçal H. A. Jorge



Figura 2. Pilhas de substrato comercial: (A) devidamente armazenada e (B) em condições inadequadas.

A utilização de substratos também se justifica por questões ambientais, ou seja, muitos produtos utilizados nas formulações provêm de fontes orgânicas, em que diversos materiais, na maioria das vezes resíduos vegetais e subprodutos da agropecuária, são compostados e/ou decompostos por microrganismos específicos em materiais mais estáveis, ricos em nutrientes, facilmente

assimilados pelas plantas. Em áreas de produção familiar ou de pequena escala, o uso de estruturas como composteiras e minhocários (Figura 3) tem a finalidade de produzir composto orgânico e húmus, respectivamente, para serem acrescidos às formulações de substratos para produção de mudas de hortaliças.



Fotos: Marçal H. A. Jorge

Figura 3. Detalhes de uma composteira (A) e de um minhocário (B).

Um substrato adequado proporciona qualidade, rendimento e praticidade na produção das mudas (Figura 4) e, em campo, plântulas vigorosas normalmente se desenvolvem melhor, resistindo a estresses diversos, tornando-se produtivas e muitas vezes resultando em menor tempo para iniciar a produção.



Fotos: Marçal H. A. Jorge

Figura 4. Utilização de substrato de boa qualidade: (A) preenchimento uniforme das células da bandeja e (B) uniformidade de emergência entre todas as células e (C) mudas de elevado padrão prontas para transplante em campo.

No caso da agricultura orgânica e/ou de base ecológica, o produtor deve avaliar a viabilidade econômica da aquisição de substratos comerciais ou a produção na propriedade, inclusive pensando na redução dos custos. Atualmente, existem no mercado alguns substratos certificados para uso específico nesses sistemas de produção. Outro fator importante de salientar é que, dependendo do tempo de permanência no viveiro, a muda pode necessitar de adubação suplementar, portanto, o viveirista deve ficar atento às carências nutricionais do substrato em relação à exigência de cada espécie.

Neste contexto, esta publicação tem como objetivo disponibilizar informações técnicas de cunho prático sobre substratos para a produção de mudas de hortaliças em bandejas multicelulares, mais especificamente sobre os tipos de materiais utilizados nas formulações, suas características e recomendações de uso.

Materiais utilizados na formulação de substratos

Vegetais

Turfa de esfagno – É um material de origem vegetal (musgos), decomposto naturalmente, encontrado em camadas nas regiões pantanosas e de montanhas, sendo muito explorada na área agrícola como ingrediente para a produção de mudas de espécies cultivadas, como as hortaliças. Contém alto teor de matéria orgânica, substâncias húmicas (ácido húmico, ácido fúlvico e humina) e não-húmicas (ligninas e proteínas). Melhoram, além das propriedades físicas do solo, a atividade microbiana.

Compostos orgânicos – São materiais produzidos por um processo chamado “compostagem”. A biomassa de restos de vegetais, industriais e animais (com restrições) é decomposta por microrganismos decompositores aeróbicos. Durante o processo, a temperatura, a umidade e a aeração da massa (reviramento com pá e/ou enxada) devem ser muito bem conduzidas e monitoradas, para que o processo não seja comprometido pela presença de elevadas população de microrganismos anaeróbicos. Vários materiais

podem ser utilizados como ingredientes como cascas de pinus, restos de folhas e palhadas, restos de poda de grama, restos vegetais de colheitas, restos de alimentos sem gordura e sal, esterco animal, etc..

Compostos de farelos (Bokashi) – O composto de farelos ou “bokashi” é um adubo sólido constituído de uma mistura de resíduos agroindustriais como farinha de ossos, farelos de cereais e de oleaginosas que passam por uma fermentação aeróbica ou anaeróbica. Na Embrapa Hortaliças foi desenvolvido um bokashi, que pode também ser utilizado no preparo de substratos para produção de mudas, com os seguintes componentes: esterco de aves, calcário dolomítico, torta de mamona, farelo de trigo, farinha de ossos e cinzas ou carvão moído. A fermentação é induzida por uma solução de água, leite, açúcar mascavo e microrganismos eficientes (EM).

Húmus de minhoca – É um material produzido por minhocas a partir de restos de matéria orgânica animal e vegetal que, quando ingeridos por estes organismos, passam pelo intestino e são transformados em adubo, em função presença de micro-organismos e algumas substâncias químicas, como hormônios. O húmus liberado pelas minhocas apresenta cor escura, parecida com pó de café, sendo muito utilizado como fertilizante por conferir uma nutrição de qualidade para as plantas. Ele possui diversos nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, além de alguns hormônios, facilmente assimiláveis pelas plantas, o que torna o húmus de minhoca um ingrediente de grande relevância para compor as formulações de substratos (Figura 5C).

Esterco curtido – São materiais (por exemplo, estrume de bovinos e caprinos e cama de frango) aglomerados no chão por alguns dias (1 a 3 semanas) para que aconteça o processo (compostagem) que o torna curtido. Nesse processo, as elevadas temperaturas que a massa atinge são suficientes para matar microrganismos nocivos à saúde humana. Esse tempo, conciliado a umedecimentos frequentes com regas e/ou chuvas, reduz as chances de, quando misturados em substratos ou na própria terra de cultivo, causar efeitos fitotóxicos às plantas logo em seguida ao plantio. Após passar por esse processo, os produtores costumam chama-lo de “esterco curtido”.

Casca de arroz carbonizada – São as cascas de arroz que passam por um processo de carbonização, ou seja, a casca de arroz é exposta a uma queima incompleta em alta temperatura e baixa concentração de oxigênio (Figura 5D).

Fibras de casca de coco e de folhas de carnaúba – São as fibras das cascas de palmeiras como coqueiros e carnaubeiras, que passam por um processo de trituração grosseira e secagem ao sol, e que depois de secas, são trituradas mais uma vez em picadeiras de forragem e peneiradas. Logo após são lavadas em água corrente (sem perder as fibras de menor tamanho) e compostadas (Figura 5B).

Minerais

Calcário – É um material oriundo de moagens de rochas sedimentares à base de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio que, dependendo das concentrações deste último, pode ser classificado como calcítico (menos de 10%), magnesiano (de 10 a 25%) ou dolomítico (mais de 25%). O calcário é muito utilizado na agricultura, inclusive faz parte da mistura de algumas formulações comerciais de substratos e, como que via de regra, é necessário para corrigir desajustes, detectados via análise química, de substratos preparados pelo próprio agricultor. Por possuir um pH bem elevado, muito frequentemente é utilizado para corrigir a acidez (pH baixo) de solos e substratos; reduzir os efeitos tóxicos de outros elementos como o do alumínio, do manganês e do ferro; melhorar as respostas de adubações, como por exemplo, aumentando a disponibilidade de nitrogênio e enxofre; e melhorar a atividade microbiana. Portanto, tem-se a promoção de um substrato mais estruturado, proporcionando mudas com sistemas radiculares mais desenvolvidos, absorvendo melhor água e nutrientes.

Gesso agrícola – É também considerado um insumo agrícola. É produzido por uma reação entre o ácido sulfúrico e rocha fosfatada moída, que produz então ácido fosfórico, que por sua vez é utilizado na fabricação de superfosfato triplo (STP), fosfato monoamônico (MAP) e fosfato diamônico (DAP). Na sua composição estão presentes o cálcio, o enxofre, o fósforo, o zinco, o cobre e o boro. O gesso agrícola também ajuda a diminuir o efeito tóxico do

alumínio, mas sem efeitos significativos nos valores de pH. Da mesma forma que o calcário, quando acrescido de acordo com recomendações técnicas, este insumo proporciona o crescimento e desenvolvimento de mudas com sistemas radiculares mais vigorosos.

Fertilizantes (macro e micronutrientes) – São também considerados insumos agrícolas, geralmente chamados de adubos, que fornecem elementos (nutrientes) assimiláveis pelas plantas, com o objetivo de suprir as necessidades nutricionais. Se recomendados e aplicados de forma incorreta podem causar prejuízos como desequilíbrio nutricional e, em casos mais severos, causar fitotoxidez às plantas. Isso vale tanto para as formulações comerciais como para outras fontes disponíveis na propriedade, como por exemplo, os estercos e os compostos utilizados como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, principalmente.

Carvão vegetal triturado – Também conhecido como moinha de carvão, é um material poroso muito utilizado, em menores proporções, na formulação de substratos para melhorar a capacidade de retenção de água, melhorando assim a característica física do insumo.

Pó de rocha – É um material de origem mineral, utilizado como fertilizante e corretivo por disponibilizar nutrientes essenciais às plantas como o fósforo e o potássio.

Vermiculita – É um mineral que, após passar por um processo térmico industrial, se transforma em um material leve, de pH neutro e com baixa condutividade elétrica, muito utilizado para compor formulações de substratos, pois melhora a capacidade de retenção de água e de nutrientes. Geralmente usado para cobrir as sementes após o semeio em recipientes, pois, por ser leve, facilita a emergência da plântula (Figura 5A);

Perlita – É um mineral de origem vulcânica. Assim como a vermiculita, após passar por um processo térmico industrial, adquire características vantajosas para ser incorporado em formulações de substratos, como leveza e capacidade de reter água.

Fotos: Marçal H. A. Jorge



Figura 5. Vermiculita (A), fibra de coco (B), húmus de minhoca (C), casca de arroz carbonizada (D).

Sintéticos

Espuma fenólica– É um material inerte à base de resina fenólica, que possui boa retenção de água e aeração. Em formulações de substrato é utilizada como ingrediente na forma triturada ou condensada em forma de cubos, como meio de produção de mudas, principalmente para produção hidropônica.

Flocos de poliestireno (isopor®) – Assim como a espuma fenólica, é um material inerte que ajuda na estruturação do substrato por ser de baixo peso, diminuir a densidade da mistura e proporcionar uma boa relação de aeração e drenagem de água, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento satisfatório dos sistemas radiculares das mudas. Porém, são materiais que não se decompõem rapidamente.

Características físicas de substratos

As principais características físicas de um substrato são densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água. A incorporação de matéria orgânica favorece a porosidade e, por consequência, a aeração e a capacidade de retenção de água. Nesse aspecto, o volume do substrato não deve se alterar significativamente, ou seja, deve se manter constante estando o material seco ou molhado, caracterizando uma mistura de volume estável.

Estas características contribuem para o desenvolvimento satisfatório das raízes, a boa aeração e as condições de absorção de água e de nutrientes por parte das mudas. Além disso, facilita a drenagem do excesso de água oriunda das irrigações, impede a compactação do torrão (quando as raízes se desenvolvem e crescem no substrato, formando um conjunto compacto) e dificulta a perda de substrato pelo orifício de dreno de cada célula da bandeja.

Densidade

A densidade se refere ao peso do substrato em relação ao seu volume. Na prática, os produtores de mudas levam em conta esta característica, pois substratos muito pesados e que rendem pouco (enchimento de menos bandejas com uma embalagem/saco) dificultam o manejo, principalmente na fase pós-semeadura, quando as bandejas são levadas para dentro do ambiente de produção, e no despacho, quando já estão prontas para serem transportadas até o destino (campo de produção).

Granulometria dos materiais

Os materiais devem ter granulometria, isto é, o tamanho de partículas, compatível com o tamanho das células das bandejas, de modo a não comprometer a germinação das sementes e a emergência das plântulas, além de permitir um bom desenvolvimento do torrão.

Capacidade de retenção de água (CRA)

Os substratos devem ter a capacidade de reter e disponibilizar a água da irrigação com eficiência, pois, se o substrato reter pouca água entre uma irrigação e outra, que pode ter um intervalo de várias horas, as plantas poderão passar por uma restrição hídrica e, em um caso extremo, sofrer estresse, o que pode vir a comprometer o vigor das mudas.

Porosidade

A porosidade está relacionada à limitação do volume para o crescimento das plantas nos recipientes. Devido à acomodação das partículas do substrato, esse volume é variável, mas na produção de mudas de hortaliças, pelo seu ciclo curto, tais mudanças são pouco perceptíveis e/ou detectáveis. Essa característica tem sua relevância na capacidade de regular o fornecimento de água e de ar às plantas através de seus poros, o que determinará a movimentação de água no recipiente e sua drenagem. Os poros internos da maioria dos substratos comerciais possuem tamanhos que permitem a retenção de água em tensões adequadas, não causando problemas de ausência de oxigênio. No entanto, essa retenção depende do recipiente (bandeja) e de suas dimensões, e da maneira como o substrato será colocado (compactação).

Características químicas de substratos

pH

O pH está diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes no substrato. Um pH estável promoverá uma nutrição adequada das mudas. Para manter o pH estável, a alcalinidade da água deve estar entre 40 e 80 ppm e, acima de 80, pode provocar o aumento do pH. De acordo com a Figura 6, um pH adequado deve estar entre 5,5 e 6,0, a depender da cultura.

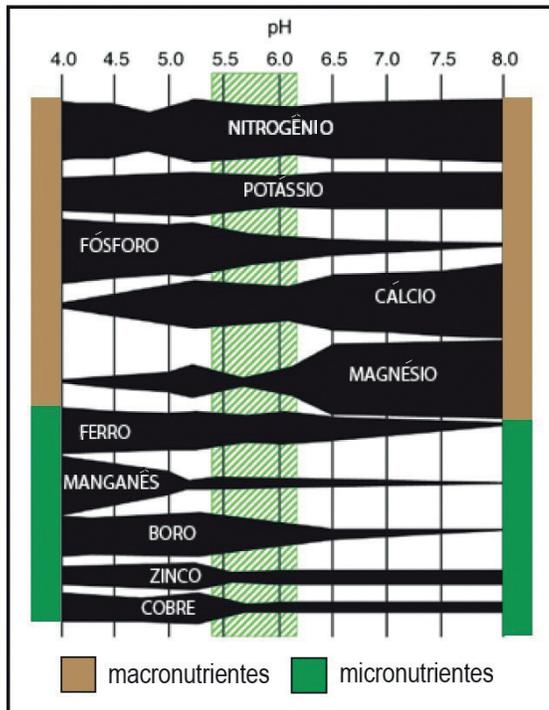


Figura 6 – Efeito do pH do substrato na disponibilidade de alguns nutrientes para as mudas. A faixa sombreada em verde representa os valores recomendados para a maioria das hortaliças. Fonte: adaptado de Torres et al. (2001).

Se os valores de pH estiverem acima do aceitável, isso deve ser controlado por meio da adição de adubos acidificantes que contenham amônia (NH_4). Do contrário, este desajuste fará com que alguns nutrientes não sejam assimilados pelas mudas e elas terão deficiências nutricionais, que visualmente são detectados por sintomas característicos para cada nutriente. Por exemplo, um pH com valor muito alto, de acordo com a figura, promoverá a deficiência de fósforo, manganês e boro.

Condutividade elétrica (CE) ou EC

Valores de condutividade elétrica são obtidos por instrumentos de medição conhecidos como condutivímetros (geralmente em mS/cm). Os substratos comerciais trazem como informação de rótulo os valores de CE, que

expressam a concentração de nutrientes presentes na mistura. Quando os valores estão fora do indicado para determinadas espécies, as mudas terão seu crescimento e desenvolvimento afetados, tanto pela deficiência quanto pelo excesso. Por exemplo, para a produção de mudas de alface, valores superiores a 0,8 mS/cm fazem com que as mudas não sejam capazes de absorver efetivamente água e nutrientes, uma vez que a “alta” concentração de nutrientes dificulta a entrada de água na planta. Este mesmo valor de condutividade para mudas de tomate pode ser considerado normal, ou até baixo, uma vez que seu caule e suas folhas são menos tenros, suportando esta condição.

Teor de nutrientes

Em se tratando de substratos, tem-se uma variação muito grande dos teores de nutrientes para os diversos materiais disponíveis para formulação. De uma maneira simples, isso significa o quanto de nutrientes o material pode fornecer para a muda crescer e se desenvolver. Por exemplo, a fibra de coco, por si só, pode ser considerada inerte, pois a quantidade de nutrientes disponibilizados para as mudas é muito baixa, quase nula. Em contrapartida, um composto orgânico bem produzido ou um húmus de minhoca de boa qualidade pode conter a quase totalidade dos nutrientes que a muda precisará até o momento do transplante, porém sendo disponibilizados de maneira gradativa.

Relação C/N

Dentre os elementos, ou nutrientes, mais demandados pelas plantas estão o carbono (C) e o nitrogênio (N).

A relação C/N (quantidade de carbono e nitrogênio no material) deve ser levada em conta principalmente quando se está produzindo um composto orgânico, uma vez que a escolha dos materiais a serem compostados pode causar o desequilíbrio dessa relação, afetando a mineralização (compostagem). O teor de carbono é útil para avaliar o grau de umificação dos resíduos, uma vez que com o aumento do tempo de compostagem ocorre diminuição do teor de matéria orgânica do composto. Essa relação C/N é um dos fatores reguladores do processo de compostagem. Quando esta relação é muito estreita acontece a aceleração da mineralização e, quando muito ampla, acarreta a estabilização do carbono. Ressaltamos que uma relação bem

equilibrada desses dois nutrientes está entre 20 a 25 partes de C para 1 de N (relação 20/1 a 25/1). A Tabela 1 mostra a relação de alguns materiais que são comumente utilizados para compostagem com seus valores da relação C/N e teores (g/kg) de C e N.

Tabela 1. Relação C/N e teores de C e N, em g/Kg, de 22 materiais vegetais utilizados no preparo de composto orgânico.

Material	C/N	C	N
Arroz (cascas)	63/1	472,5	7,5
Bagaço de cana	22/1	327,8	14,9
Banana (folhas)	19/1	490,2	25,8
Capim colonião	27/1	504,9	18,7
<i>Crotalaria juncea</i>	26/1	507,0	19,5
Esterco de carneiro	15/1	319,5	21,3
Esterco de cocheira	18/1	252,0	14,0
Esterco de gado	18/1	345,6	19,2
Esterco de galinha	10/1	304,0	30,4
Esterco de porco	10/1	254,0	25,4
Feijão (palhas)	32/1	521,6	16,3
Feijão guandu	29/1	524,9	18,1
Gramma seca	31/1	502,2	16,2
Mandioca (folhas)	12/1	522,0	43,5
Mandioca (ramas)	40/1	524,0	13,1
Mandioca (cascas raízes)	96/1	326,4	3,4
Milho (palhas)	112/1	537,6	4,8
Milho (sabugos)	101/1	525,2	5,2
Mucuna preta	22/1	492,8	22,4
Palha de café	31/1	511,5	16,5
Serrapilheira	17/1	163,2	9,6
Serragem de madeira	865/1	519,0	0,6

Fonte: Adaptado de Kiehl (1981).

Com base nas características físicas e químicas apresentadas e discutidas acima, que são de fundamental importância para os produtores que buscam materiais de qualidade com custo benefício apropriados ao seu negócio,

as empresas formuladoras obrigatoriamente devem disponibilizar nas embalagens de seus produtos as informações necessárias, relacionadas às características físicas e químicas do produto de acordo com a Instrução Normativa nº 14, de 15 de dezembro de 2004 (Figura 7).

Foto: Marçal H. A. Jorge

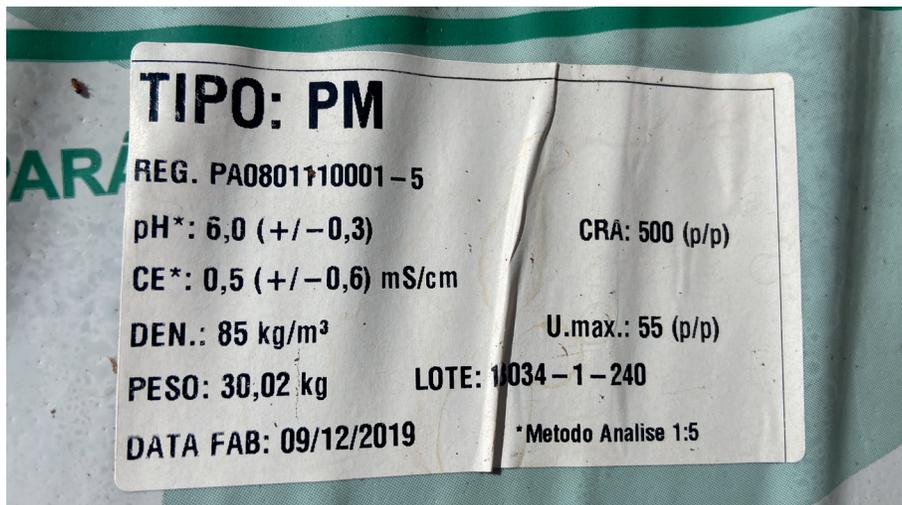


Figura 7. Rótulo de uma embalagem de substrato comercial informando valores de pH, CE, CRA, densidade e umidade.

Os métodos oficiais para a determinação dos parâmetros obrigatórios de substratos de plantas e condicionadores de solo constam da Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008. Assim, para a análise das características mencionadas, mesmo as constantes em rótulo, o produtor pode encaminhar uma amostra do substrato para laboratórios credenciados, permitindo não apenas a orientação da adubação complementar, mas servindo para monitorar o teor de nutrientes, especialmente da presença de elementos em excesso que possam causar danos às plântulas.

Solarização

É um processo de desinfestação de patógenos, microrganismos que causam doenças e/ou danos às plantas, e eliminação de bancos de sementes e de plantas indesejáveis do substrato (Figura 8), principalmente daquele

produzido pelo próprio produtor, pela exposição desse substrato aos raios solares (aquecimento com temperaturas ao redor de 60°C). É interessante ressaltar que nesse processo a maioria dos microrganismos benéficos são mantidos.



Fotos: Marçal H. A. Jorge

Figura 8. Presença de microrganismos decompositores (A) e plantas indesejáveis (B) que afetam negativamente a qualidade do substrato.

Um modelo de solarizador desenvolvido pela Embrapa pode ser facilmente montado com materiais encontrados em propriedades rurais ou de fácil aquisição para essa finalidade (Figura 9).



Foto: Renata Kelly Silva.

Figura 9. Solarizador para substratos – modelo Embrapa. Fonte: adaptado de Ritzinger e Rocha (2010).

Formulações comerciais de substratos

Os substratos comerciais são produzidos por empresas que formulam e ensacam os substratos para atender a cadeia de produção de mudas, como no caso das hortaliças, feitas para atender tanto pequenos como grandes produtores.

Devido à crescente profissionalização dos produtores de mudas de hortaliças em função da também crescente procura por mudas de melhor qualidade, a maioria dos substratos atualmente encontrados no mercado atendem as especificações técnicas exigidas como qualidade, homogeneidade e estabilidade do produto, trazendo garantias ao produtor em adquirir um insumo confiável e que proporcionará a produção de mudas de elevado padrão. A Tabela 2 relaciona informações de interesse do produtor quanto à aquisição de substratos.

Formulações específicas para substratos orgânicos

A formulação de substratos para atender exclusivamente o sistema orgânico de produção de mudas merece atenção, pois, muitos dos materiais utilizados para formular substratos convencionais não podem ser usados, como é o caso das formulações que agregam materiais não aceitos por sistemas orgânicos de produção e as certificadoras, tais como, fertilizantes químicos, perlita, espuma fenólica triturada e flocos de poliestireno, e que são frequentemente incorporados aos substratos disponíveis no mercado. Assim, os materiais mais utilizados para formular esses substratos são os compostos orgânicos, as substâncias e compostos húmicos, os farelos, o húmus, microrganismos eficientes (EM), tortas, esterco, cascas, fibras vegetais, termofosfatos, pós de rocha, dentre outros.

Como exemplo, são citadas abaixo, composições de substratos desenvolvidos na Embrapa Hortaliças (Figura 10) para produção de mudas em sistema orgânico. São apresentadas, a saber:

Tabela 2. Matriz síntese mostrando algumas informações e especificações de formulações comerciais de substratos à base turfa de esfagno, casca de pinus e pó e/ou fibra de coco, majoritariamente utilizados na produção de mudas de hortaliças.

Material predominante	Outros ingredientes e aditivos	pH	CE (mS/cm)	CRA (%)	Umidade máxima (%)	Densidade seca (Kg/m ³)	Volume do recipiente (litros)	Peso mínimo do conteúdo (Kg)	Validade do produto (meses)
Turfa de esfagno	Vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola, fertilizante NPK, micronutrientes, perlita	5,0 a 5,5 (± 0,5, máx.)	0,4 a 1,5 (± 0,3, máx.)	55 a 150	50 a 60	140 a 145	45 a 50	8 a 9	12
	casca de arroz carbonizada								
Casca de pinus	Turfa de esfagno, casca de arroz carbonizada, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, aditivos, pó e/ou fibra de coco, fertilizante NPK, moinha de carvão espuma fenólica triturada	5,6 a 6,5 (± 1,0, máx.)	0,4 a 1,2 (± 0,3, máx.)	50 a 200	48 a 60	150 a 350	45 a 60	9 a 25	6 a 12
Pó e/ou fibra de coco	-	5,2 a 6,0 (± 0,5, máx.)	0,3 a 1,8 (± 0,6, máx.)	350 a 500	55	85 a 150	40 a 110	8 a 35	12

Fonte: retirado de informações obtidas das embalagens de formulações comerciais

FertiHorta 1: 50% de fibra de coco verde triturada e lavada compostada com esterco de aves (proporção 3:1), 40% de areia lavada ou vermiculita e 10% de húmus de minhoca ou composto de farelos;

FertiHorta 2: 50% de Composto orgânico (esterco de aves + restos vegetais + termofosfato) com esterco de aves (proporção 3:1), 50% de vermiculita e 10% de húmus de minhoca;

Substrato alface: 50% da mistura compostada por 90 dias (fibra de coco + cama de matriz de aviário + termofosfato magnésiano) + 35% de vermiculita fina + 10 % de composto de farelos (bokashi anaeróbico) + 5% de cinzas de madeira;

Substrato Pimentão: 50% de fibra de coco verde compostada com cama de aviário (proporção 3:1 em volume) mais 50 g/L de rocha moída), 40% de vermiculita, 5% de húmus de minhoca e 5% de composto de farelos (bokashi).



Fotos: Ronessa Bartolomeu de Souza

Figura 10. Avaliação de diferentes tipos de substratos orgânicos para produção de mudas de alface (A) e pimentão (B).

Considerações finais

A utilização de substratos formulados na propriedade ou adquiridos no mercado, com base em critérios técnicos, permite a produção de mudas em quantidade, qualidade satisfatória e praticidade. Formulações mais estáveis têm proporcionado vantagens para o produtor, tornando a atividade economicamente viável. Atualmente, a produção de mudas tem atraído

produtores que se profissionalizam nesta atividade e passam a fornecer mudas de alto padrão para olericultores. Assim, o sistema de produção pautado na utilização de substratos para bandejas de células aparece como uma opção de diversificação e geração de renda.

Referências

- CARMO, D. L. do; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 4, p. 1211-1220, ago. 2012. DOI: 10.1590/S0100-06832012000400015.
- COSTA, E.; DURANTE, L. G. Y.; SANTOS, A. dos; FERREIRA, C. R. Production of eggplant from seedlings produced in different environments, containers and substrates. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 139-146, 2013. DOI: 10.1590/S0102-05362013000100022
- COSTA, E.; DURANTE, L. G. Y.; NAGEL, P. L.; FERREIRA, C. R.; SANTOS, A. dos. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 1017-1025, 2011.
- COSTA, E.; VIEIRA, L. C. R.; RODRIGUES, E. T.; MACHADO, D.; BRAGA, A. B. P.; GOMES, V. A. Ambientes, recipientes e substratos na formação de mudas de pepino híbrido. **Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 95-116, abr./jun. 2009.
- COSTA, E.; CURI, T. M. R. C.; FIGUEIREDO, T.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Kale seedlings production in different substrates, cell volumes and protected environments. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 1, p. 46-53, jan./fev. 2017. DOI: 10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n1p46-53/2017
- CRIPPA, J. P. B.; FERREIRA, L. G. Desenvolvimento de mudas de repolho em diferentes tipos de bandeja e substrato. **Connection Line**, v. 12, p. 106-119, 2015. DOI: 10.18312/2F1980-7341.n12.2015.209
- MODOLO, V. A.; TESSAROLI NETO, J. Desenvolvimento de mudas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] em diferentes tipos de bandejas e substratos. **Scientia Agrícola** v. 56 n. 2, p. 377-381, 1999. DOI: 10.1590/S0103-90161999000200017
- DROST, D. **Vegetable transplant production**. Utah: Extension Utah State University, 2015. 8 p. Disponível em: < <https://extension.usu.edu/productionhort/files-ou/Vegetable-Transplant-Production.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D.; BRAGA, J. S. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Semina: ciências agrárias**, v. 28, n. 1, p. 45-50, 2007. DOI: 10.5433/1679-0359.2007v28n1p45
- FERREIRA, L. G.; PRZENDZIUK, G. B.; MONDIN, M.; NESSI JUNIOR, P. Bandejas e substratos na produção de mudas de almeirão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 400-406, 2014.
- FERREIRA, L. G.; SILVA, L. R.; MONDIN, M.; NESSI JUNIOR, P. Bandejas e substratos na produção de mudas de melancia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 407-413, 2014.

HABER, L. L.; ECOLE, C. C.; BOWEN, W.; RESENDE, F. V. (Ed). **Horticultura em Moçambique**: características, tecnologias de produção e de pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 277 p. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1029218>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

KIEHL, E. J. Preparo do composto na fazenda. Casa da Agricultura, Campinas: v.3, n.3, p.6-9, 1981.

LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; SCHIAVO, J. A.; PEGORARE, A. B. Formação de mudas e produção a campo de beterraba e alface em Aquidauana-MS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 457-463, 2011. DOI: 10.1590/S0102-05362011000400004.

LIMA, G. G. S; NASCIMENTO, A. R.; ÁZARA, N. A. Produção de mudas. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.) **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 344 p.

LIZ, R. S.; CARRIJO, O. A. **Substratos para produção de mudas e cultivo de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 83 p. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/781301>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

LÜDKE, I.; SOUZA, B. S.; BRAGA, D. O.; LIMA, J. L.; RESENDE, F. V. Produção de mudas de pimentão em substratos a base de fibra de coco verde para agricultura orgânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

LUZ, S. R. O. T.; MARTINS, D. K. D.; KEFFER, J. F.; ENCK, B. F.; MACHADO, P. C. Formação de mudas de rúcula em função do tipo de bandeja e do substrato alternativo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 41-47, 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018A51

MACDONALD, B. **Practical woody plant propagation for nursery growers**. 7 ed. Portland: Timber Press, 2002. 669 p. v. 1.

MALAVOLTA, E; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

OLIVEIRA, L. C.; COSTA, E.; CORTEPASSI, J. A. S.; RODRIGUES, E. T. Formation of beetroot seedlings in different protected environments, substrates and containers in Aquidauana region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 3, p. 415-422, maio/jun. 2012. DOI: 10.1590/S0100-69162012000300001

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 235 p.

RITZINGER, C. H. S. P.; ROCHA, H. S. **Uso da técnica de solarização como alternativa para preparo de solo ou substrato para produção de mudas isentas de patógenos**. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 12 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/873103>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S. GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 483-488, out./dez. 2010. DOI: 10.1590/S0102-05362010000400018

- SAMINEZ, T.; RESENDE, F. V.; SOUZA, R. B.; VIDAL, M. C. **Composto de farelos anaeróbicos**: aprenda como se faz. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2007. Folder. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/780992>>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- SANTOS, D. M.; FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Produção de mudas de *Capsicum* em substrato orgânico. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 6., 2008, Fortaleza. Materiais regionais como substrato: anais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; SEBRAE, 2008. 1 CD-ROM.
- SANTOS, R. H. S. **Produção de mudas de plantas medicinais e aromáticas**. Viçosa-MG: CPT, 2008. 328 p.
- SEABRA JÚNIOR, S.; GADUM, J.; CARDOSO, A. I. I. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 610-613, 2004. DOI: 10.1590/S0102-05362004000300022
- SILVA, A. C. da; SILVA, V. S. G. da; MANTOVANELLI, B. C.; SANTOS, G. M. Formação de mudas de alface em diferentes bandejas e substratos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 465-471, jan./jul. 2017. DOI: 10.5892/ruvrd.v15i1.3011
- SILVA, L. R.; FERREIRA, L. G. Desenvolvimento de mudas de melancia sob efeitos de diferentes tipos de bandejas e substratos. **Connection Line**, v. 12, p. 97-105, 2015. DOI: 10.18312/2F1980-7341.n12.2015.208.
- SILVA, P. S. da; SOUZA, R. B. de; JASSE, M. E. da C.; GUEDES, I. M. R.; GOBBI, S. J.; REZENDE, F. V.; LUZ, M. da. Produção de mudas orgânicas de alface americana em substratos a base de fibra de coco verde. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S3365-S3369, ago. 2009. Suplemento. CD-ROM. Trabalho apresentado no 49. Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de Lindóia, SP.
- SOUZA, F. X. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 43). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/423625>>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014. 841 p.
- TORRES, A. P.; CAMBERATO, D.; LOPEZ, R. G.; MICKELBART, M. **Medición de pH y conductividad electrican en sustratos**. Purdue University, 2001. Disponível em: < <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-237-SW.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- TRANI, P. E.; NOVO, M. C. S. S.; CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; TELLES, L. M. G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 290-294, abr./jun. 2004.
- TOOGOOD, A. **Plant propagation**. New York: American Horticultural Society, 1999. 320 p.
- VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; RESENDE, F. V. AMARO, G. B. **Substrato para produção de mudas**: aprenda como se faz. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2007. Folder. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/750191>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

