

# O CULTIVO DO MILHO-DOCE



Israel Alexandre Pereira Filho  
Flavia França Teixeira  
Editores Técnicos



**Embrapa**



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

# O cultivo do milho-doce

Israel Alexandre Pereira Filho  
Flavia França Teixeira

Editores Técnicos

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**  
Rodovia MG-242, km 65  
Caixa Postal 285 ou 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
Fax: (31) 3027-1188  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente  
*Sidney Netto Parentoni*

Secretária-executiva  
*Elena Charlotte Landau*

Membros  
*Antonio Claudio da Silva Barros*  
*Cynthia Maria Borges Damasceno*  
*Maria Lúcia Ferreira Simeone*  
*Monica Matoso Campanha*  
*Roberto dos Santos Trindade*  
*Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto  
*Antonio Cláudio Barros*

Normalização bibliográfica  
*Rosângela Lacerda de Castro*

Projeto gráfico e capa  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*  
*(Embrapa Informação Tecnológica)*

Fotos da capa  
*Fabrcio Lanza*  
*Fernando Tinoco*  
*Gilmar Paulo Henz*  
*Israel A. P. Filho*  
*Maria Cristina Dias Paes*  
*Sinval Resende Lopes*

**1ª edição**  
1ª impressão (2016): 1.000 exemplares

**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 Milho e Sorgo

---

O cultivo do milho-doce / Israel Alexandre Pereira Filho, Flavia França Teixeira, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2016.  
298 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-567-6

1. Milho-doce (*Zea mays*. L. grupo saccharata). 2. Cultivo. 3. Manejo da cultura. 4. Aspectos econômicos. I. Pereira Filho, Israel Alexandre. II Teixeira, Flavia França. III. Embrapa Milho e Sorgo.

CDD 635.672

---

© Embrapa, 2016

# Autores

## **Alexandre Ferreira da Silva**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Alyne Oliveira Lavinsky**

Engenheira-agrônoma, doutor em Agronomia, bolsista de pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), Belo Horizonte, MG

## **Antônio Marcos Coelho**

Engenheiro-agrônomo, PhD. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Celso Luiz Moretti**

Comunicador Social, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Sede, Brasília, DF

## **Dagma Dionísia da Silva**

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Décio Karam**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Manejo de Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Emerson Borghi**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Evandro Chartuni Mantovani**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Mecanização Agrícola, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

## **Fernando Cassimiro Tinoco França**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências Agrárias, Coordenador Técnico da Emater-MG, Sete Lagoas, MG

### **Flavia França Teixeira**

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Gilmar Paulo Henz**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Secretaria de Inteligência e Macroestratégia (SIM), Embrapa Sede, Brasília, DF

### **Israel Alexandre Pereira Filho**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Ivan Cruz**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **José Carlos Cruz**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Manejo e Conservação de Solos, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Luciano Viana Cota**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Maria Cristina Dias Paes**

Nutricionista, Ph.D. em Ciência de Alimentos e Nutrição Humana, analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Maria de Lourdes Correa Figueiredo**

Engenheira-agrônoma, doutora em Ecologia e Recursos Naturais, fiscal agropecuário do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), Cidade Administrativa, Belo Horizonte, MG

### **Maurílio Fernandes de Oliveira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Natália Alves Barbosa**

Bióloga, mestre em Ciência dos Alimentos doutoranda em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

**Paulo Afonso Viana**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo César Magalhães**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo Emílio Pereira de Albuquerque**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Rodrigo Veras da Costa**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Rubens Augusto de Miranda**

Economista, doutor em Administração e Finanças, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Simone Martins Mendes**

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Sinval Resende Lopes**

Engenheiro-agrônomo, Analista da Embrapa Produtos e Mercado, Sete Lagoas, MG

**Thiago Correa de Souza**

Biólogo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Alfenas (Unifal), Alfenas, MG



# Apresentação

O milho possui uma enorme variabilidade genética para a composição do endosperma, a qual tem sido explorada pelo homem, dando origem a diferentes tipos do cereal. O milho-doce diferencia-se dos outros tipos de milho pelas mutações sofridas que lhes proporcionaram maiores concentrações de açúcares no endosperma. A botânica e a reprodução do milho-doce são idênticas às do milho comum.

No Brasil, cultivam-se ao redor 36 mil hectares de milho-doce, e praticamente 100% da produção são destinadas ao processamento industrial para consumo humano, com movimentação em torno de R\$ 550 milhões por ano, razão pela qual é chamado também de milho especial. Este seguimento tem crescido nos últimos anos e a tendência é a manutenção deste crescimento, visando o mercado interno e externo. Um dos fatores que não permitiu difundir mais rapidamente o consumo do milho-doce entre os brasileiros foi a inexistência de cultivares adaptadas às nossas condições de ambiente, na sua quase totalidade, tropical.

A expansão do mercado de milho-doce no Brasil é evidente, em função da demanda cada vez maior das indústrias de conservas alimentícias, que, com equipamentos cada vez mais modernos, primam pela qualidade do envasamento do produto. Em resposta à demanda crescente da indústria e do consumidor in natura, algumas empresas governamentais e privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para produção de cultivares de milho-doce, adaptadas a diversas regiões de cultivo e que apresentem endosperma com conversão reduzida de açúcar em amido. O cultivo do milho-doce pode ainda ser uma ótima opção para os produtores hortigranjeiros, garantindo a eles uma fonte de renda compensadora, em razão do alto preço do produto no mercado, e ainda a utilização da parte vegetativa da pós-colheita como forragem para alimentação de animais.

Muitos são os fatores envolvidos para obtenção de alta produtividade e, dentre eles, estão a cultivar a ser utilizada e o manejo cultural adequado, com especial atenção à densidade de semeadura, responsável pela quantidade e qualidade das espigas.

O agricultor está sempre buscando ajustar os fatores de produção com o objetivo de produzir cada vez mais com qualidade para atender o mercado, sendo também importante considerar as necessidades do processamento industrial, como espigas com altos rendimentos de grãos, adequadas para a indústria, levando-se em conta características como comprimento e diâmetro da espiga, e profundidade e largura de grãos, que são características essenciais no desempenho para maior eficiência das máquinas desgranadoras. A utilização de diferentes espaçamentos entre linhas e população de plantas, buscando a melhor distribuição espacial, é um recurso eficiente para extrair o máximo de potencial produtivo de uma cultivar de milho-doce.

Nesta publicação, estão reunidas informações básicas, que visam suprir os agricultores com técnicas modernas para o cultivo do cultivo do milho-doce, como: cultivares mais adaptadas às regiões de cultivo, manejo do solo, época e densidade de semeadura, profundidade de plantio, fertilidade, irrigação, manejo de pragas e doenças e de plantas daninhas, colheita e manuseio pós-colheita, colheita mecanizada, transporte e armazenamento e aspectos econômicos da cultura.

*Antônio Álvaro Corcetti Purcino*  
Chefe-Geral da Embrapa Milho e Sorgo

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	11
<b>Capítulo 1</b> Desenvolvimento de cultivares de milho-doce .....	17
<b>Capítulo 2</b> Aspectos fisiológicos do milho-doce .....	37
<b>Capítulo 3</b> Cultivares de milho-doce .....	53
<b>Capítulo 4</b> Manejo e tratos culturais do milho-doce.....	61
<b>Capítulo 5</b> Manejo da irrigação do milho-doce .....	87
<b>Capítulo 6</b> Exigências nutricionais e adubação do milho-doce.....	105
<b>Capítulo 7</b> Adubação orgânica do milho-doce .....	125
<b>Capítulo 8</b> Controle de plantas daninhas do milho-doce .....	143
<b>Capítulo 9</b> Controle de doenças do milho-doce .....	167
<b>Capítulo 10</b> Controle de pragas do milho-doce .....	181
<b>Capítulo 11</b> Controle biológico de pragas do milho-doce .....	205
<b>Capítulo 12</b> Valor nutricional, tecnologia e processamento do milho-doce.....	225
<b>Capítulo 13</b> Manuseio pós-colheita do milho-doce.....	251
<b>Capítulo 14</b> Colheita e transporte do milho-doce .....	275
<b>Capítulo 15</b> Aspectos econômicos de mercado do milho-doce .....	289



## Introdução

O milho-doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*), pertencente à família das Poáceas ou Gramínea, tribo *Maydeae*, do gênero *Zea*, é considerado uma hortaliça voltada para o processamento industrial, sendo ainda pouco difundido para o consumo in natura pelo restrito número de cultivares adaptadas ao clima tropical. Diferencia-se do milho comum por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, deixando os grãos com altos teores de açúcares e pouco amido no endosperma, o que os tornam enrugados e translúcidos quando secos, sendo esse um caráter recessivo de origem genética (NAKAGAWA et al., 2012).

As características exigidas pelo mercado consumidor de milho-doce diferenciam-se das do milho-verde comum. A indústria tem preferência por cultivares que possuem maior teor de açúcar e menor teor de amido, além de maturação, tamanho e formato de espigas uniforme. A textura e a espessura do pericarpo do grão também são fatores de qualidade do milho-doce (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007; PEREIRA FILHO et al., 2003).

O milho-doce é classificado como cultura especial porque se destina exclusivamente ao consumo humano. É utilizado principalmente como milho-verde, in natura e em conserva processada pelas indústrias de produtos alimentícios (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002; ARAGÃO, 2002; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006; BORIN, 2005).

O milho comum do gênero *Zea* possui uma enorme variabilidade genética para a composição do endosperma, e parte desta variabilidade tem sido explorada pelo homem, dando origem a diferentes tipos de milho. Segundo Tracy (2001), o milho-doce diferencia-se de outros tipos de milho por causa de mutações sofridas que lhe proporcionaram aumento

na concentração de açúcares no endosperma. A característica doce do endosperma conferida pela mutação é o principal componente do sabor dos grãos em milho-doce, entretanto, a qualidade e o sabor destes grãos também são determinados pela espessura do pericarpo que confere a maciez dos grãos e o aroma.

Os grãos do milho-doce no ponto para o consumo são considerados grãos imaturos, porque endosperma e pericarpo assim se apresentam. Genes que distinguem o milho-doce de outros tipos de milho afetam estes tecidos, principalmente em relação ao sabor dos grãos, determinado pelo teor de açúcar, textura e aroma do endosperma e espessura do pericarpo (JUVICK et al., 2003).

A espiga do milho-doce é colhida quando os grãos estão com aproximadamente 70% a 75% de umidade, quando então ela está pronta para ser consumida in natura (cozida ou até mesmo assada em brasa) e para ser processada para conservação. O milho-doce tem sido cultivado intensivamente em pequenas áreas, geralmente sob condições de irrigação e com alto investimento de tecnologia. Além disso, é um produto destinado exclusivamente para o consumo humano e de alto valor agregado. Além das formas in natura e em conserva, pode ser ainda utilizado como *baby corn*, ou minimilho, ponto em que as espiguetas são colhidas antes da polinização, com comprimento variando de 4 cm a 10 cm e diâmetro entre 1,0 cm e 1,5 cm (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2008).

Segundo Teixeira et al. (2001), a cultura do milho-doce é explorada durante todo o ano em condições de sequeiro ou irrigada e em escalonamento, o que possibilita maior constância do produto para o mercado. De acordo com Araújo et al. (2006), o cultivo de milho-doce pode ser uma alternativa agrônômica rentável e, em pouco tempo, a cultura se tornará uma grande olerícola no Brasil. Nesse sentido, o milho-doce pode obter preços diferenciados no mercado, em função de suas características

agronômicas, principalmente pelo sabor proporcionado pelo caráter doce do seu endosperma.

No Brasil, este segmento ocupa aproximadamente 36 mil hectares e movimenta cerca de R\$ 550 milhões por ano (BARBIERI, 2008), e a produção de milho-doce está concentrada nos estados de Goiás, que se destaca como o maior produtor, com 28.000 ha, seguido de São Paulo, com 4.000 ha, Rio Grande do Sul, com 3.000 ha e Minas Gerais, com 1.000 ha. Em razão do crescente número de indústrias processadoras de vegetais instaladas nestas regiões, bem como a identificação desta cultura como uma excelente alternativa para áreas irrigadas com pivô-central, o milho-doce vem ganhando espaço nestes estados (MAGGIO, 2006).

Muitos são os fatores envolvidos na obtenção de alta produtividade, dentre eles estão o híbrido a ser utilizado, o espaçamento entre linhas e a população de plantas. Apesar de o agricultor estar sempre buscando ajustar os fatores de produção com o objetivo de produzir cada vez mais, no seguimento agroindustrial é importante também considerar as necessidades do processamento na fábrica. Altas produtividades necessariamente não resultam em espigas adequadas para o processo industrial, que são essenciais no bom desempenho da indústria, assim como espigas maiores para uma melhor eficiência das máquinas desgranadoras. A utilização de diferentes espaçamentos entre linhas e população de plantas, buscando a melhor distribuição espacial, é recurso eficiente para extrair o máximo de potencial produtivo do híbrido. Por outro lado, quando se trabalha com milho-doce, é primordial considerar os efeitos desta prática nas características do processamento industrial, como diâmetro e comprimento da espiga, profundidade e largura de grãos.

A expansão do mercado de milho-doce no Brasil é evidente em função da demanda cada vez maior das indústrias de conservas alimentícias, que com equipamentos cada vez mais modernos primam pela qualidade

do envasamento do produto (ARAGÃO et al., 2003). Com esta demanda da indústria e do consumidor, algumas empresas governamentais e privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para produção de cultivares de milho-doce, adaptadas a diversas regiões de cultivo (SCAPIM et al., 1995), e que apresentem endosperma com conversão reduzida de açúcar em amido (GAMA et al., 1983; FORNASIERI FILHO, 1992).

Em função da crescente demanda e do bom preço das espigas do mercado a granel, essa cultura tornou-se uma excelente fonte de renda para o produtor hortigranjeiro, além de ele poder utilizar as plantas após a colheita como foragem ou silagem de alta qualidade na alimentação de animais (STORCK et al., 1984).

## Referências

- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.
- ARAÚJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 687-692, 2006.
- ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken - 2 (sh2sh2)* utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- BARBIERI, V. H. **Melhoramento genético do milho doce**. 2008. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/VHBBarbieri-200801-Resumo.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.
- BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia.
- FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

- GAMA, E. E. G.; MORO, J. R.; MAGNAVACA, R.; VIANA, R. T.; NASPOLINI FILHO, V. Melhoramento do milho. In: MAGNAVACA, R.; CASTANHEIRA, P. M. (Coord.). **Cultura do milho**. Brasília, DF: EMBRATER; Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1983. cap. 4, p. 23-38. (EMBRATER. Articulação pesquisa-extensão, 3).
- JUVICK, J. A.; TOUSEF, G. G.; HAN, T.-H.; TADMOR, V.; AZANZA, F.; TRACY, W. F.; BARZUR, A.; ROCHEFORD, T. R. QTL influencing kernel chemical composition and seedling stand establishment in sweet corn with the shrunken2 and sugary enhancer1 endosperm mutations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 128, n. 6, p. 864-875, 2003.
- KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.
- MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido "tropical"**. 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas.
- NAKAGAWA, A. C. S.; MARINO, T. P.; LOPES, K. B.; DALTO, P. G.; KRAUSE, M. D.; CAVALCANTE, A. P.; DIAS, H. A. C.; KOLTUN, A.; ROCKEMBACHER, R.; PAIVA, M. R. C.; MOREIRA, R. M. P.; FERREIRA, J. M. Potencial agrônomo de populações de milho superdoce portadoras do gene Brittle-2. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar. 2006.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 15).
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap. 1, p. 17-30.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Manejo cultural do minimilho. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Minimilho: cultivo e processamento**. Brasília: Embrapa, 2008. cap. 2, p. 27-36.
- SCAPIM, C. A.; CRUZ, C. D.; ARAÚJO, J. M. Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 19-21, 1995.
- STORCK, L.; LOVATO, C.; COMASSETTO, V. Avaliação do rendimento e outras características agrônômicas de cultivares de milho doce. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, p. 153-160, 1984.
- TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, I. R. P.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001.
- TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198.



**Capítulo 1**

---

# Desenvolvimento de cultivares de milho-doce

Flavia França Teixeira



## Introdução

O milho é usado comumente para alimentação animal e em alguns alimentos humanos processados, tais como cereais, fubá, etc. Entretanto, além dos usos comuns do milho, ele também pode ser empregado com finalidades especiais. Dentre os usos especiais, destacam-se o milho-pipoca, o milho-doce, o forrageiro, o minimilho, o verde e milhos com alta qualidade nutricional. Nesses casos, os programas de melhoramento devem considerar, além dos aspectos agrônômicos, os caracteres relacionados à qualidade, exigidos pelos consumidores de cada tipo de milho especial.

Dentre os milhos especiais, o milho-doce difere-se do milho comum por conter um ou mais genes que provocam mudanças na concentração de açúcares, o que leva a modificações na textura da semente; em caracteres sensoriais, como sabor, aroma, maciez e textura; na aparência da planta e da espiga e na viabilidade das sementes. Apesar das grandes diferenças entre o milho-doce e o milho comum, o milho-doce não é considerado uma raça ou subespécie de *Zea mays* (L.) (TRACY, 2001).

O objetivo desse capítulo é reunir informações sobre aspectos de importância para o melhoramento de milho-doce (Figura 1).

## Mutantes de milho-doce utilizados no melhoramento

O endosperma do milho constitui a principal fonte de nutrientes para a germinação do embrião. A maioria do carbono e nitrogênio utilizados nos estágios iniciais do desenvolvimento deriva de amido e de proteínas de reserva. As reservas nutricionais compõem aproximadamente 90% do peso seco do endosperma maduro. A produção e o acúmulo de proteínas

Foto: Sinval Resende Lopes



**Figura 1.** Aspecto da lavoura do milho-doce BRS Vivi.

amiláceo e a camada de aleurona. As células da região central do endosperma acumulam amido de forma abundante, e as regiões periféricas são mais ricas em proteínas de reserva. No final da maturação da semente, o endosperma amiláceo transforma-se num tecido mole e quebradiço, enquanto a região proteica torna-se dura e translúcida (SHEWRY; CASEY, 1999).

O sabor adocicado do milho-doce se deve a variações nas quantidades de amido e açúcares no endosperma. Para cultivares normais, o grão do milho desenvolvido e maduro é formado de apenas 3% de açúcares, enquanto o milho-doce tem de 9% a 14% de açúcares no grão, sendo que as cultivares conhecidas como superdoce apresentam entre 15% e 25% de açúcares no grão. Essas variações são controladas geneticamente, os alelos que condicionam o fenótipo doce são recessivos para a maioria dos mutantes empregados comercialmente. Já foram identificados quatorze genes relacionados ao milho-doce e oito desses locos já foram usados comercialmente (Tabela 1) (TRACY, 2001).

Dentre os vários genes que conferem o fenótipo do milho-doce, os de maior potencial comercial no momento são conhecidos como superdoce

e de amido iniciam de 10 a 14 dias após a polinização (DAP) nas células da camada subaleurônica. Esse acúmulo ocorre segundo um gradiente crescente da região externa para o interior, coincidindo com diversos eventos de diferenciação celular (LUR; SETTER, 1993). Na semente madura, o endosperma é diferenciado em duas partes: o endosperma

**Tabela 1.** Genes empregados em cultivares comerciais de milho-doce.

Gene	Símbolo do Gene	Fenótipo
<i>Amylose-extender1</i>	<i>ae1</i>	Grãos vítreos, manchados, com alto teor de amilose
<i>Brittle1</i>	<i>bt1</i>	Grãos colapsam na fase madura e possuem aparência angular, translúcida e frágil
<i>Brittle2</i>	<i>bt2</i>	Grãos inflados, transparentes, sementes podem entrar em colapso quando secas, tornando-se angulares e quebradiças
<i>Dull1</i>	<i>du1</i>	Grãos vítreos e manchados
<i>Shrunken2</i>	<i>sh2</i>	Grãos inflados, transparentes, sementes podem entrar em colapso quando secas, tornando-se angulares e quebradiças
<i>Sugary1</i>	<i>su1</i>	Grãos enrugados e translúcidos
<i>Sugary enhancer1</i>	<i>se1</i>	Observado apenas em linhagens que contenham também os alelos <i>su1</i> ; grãos inflados, de cores claras, variando de acordo com a constituição genética
<i>Waxy1</i>	<i>wx1</i>	Grãos opacos, o endosperma se torna avermelhado na presença do iodo

Fonte: adaptado de Tracy (2001).

e são associados *shrunken-2* (*sh2*) (YOUSEF; JUVIK, 2002) e *brittle-2* (*bt2*) (BREWBAKER; BANAFUNZI, 1975; BREWBAKER, 1977), ou ainda combinações com os genes *ae1*, *du1* e *wx1* empregadas por Garwood e Creech (1979).

## Recursos genéticos e melhoramento

O milho-doce teve origem nas Américas Central e do Sul no período pré-colombiano. O centro de dispersão do milho-doce na América do Sul está localizado no Peru, em área de elevada altitude (2.400 m a 3.400 m),

enquanto o centro de dispersão mesoamericano está localizado em áreas do México, de altitude moderada (1.000 m e 1.500 m). Entretanto, a origem das cultivares de milho-doce moderno não é clara. Possivelmente, o milho-doce cultivado atualmente é derivado de mutação recente; dentre as razões para essa hipótese está a menor vantagem adaptativa dos indivíduos com o fenótipo-doce por causa da menor viabilidade de sementes (TRACY, 2001). Hendry (1930) sugeriu que, por sua menor capacidade de acúmulo de reservas na semente, o milho-doce tem menor potencial de sobrevivência em estado selvagem, o que levou à suposição de que esses mutantes de endosperma sejam recentes.

O número de variedades de milho-doce disponíveis nas coleções-elite e nos bancos de germoplasma é pequena quando comparado ao milho comum. Tracy (2001) acredita que existam apenas cerca de 300 variedades de milho-doce com polinização aberta no mundo. Entretanto, essa base genética pode ser ainda mais estreita quando se considera que esses genótipos foram derivados de programas de melhoramento com coleções bastante reduzidas. Tracy (2001) indica que apenas três variedades, denominadas Golden Bantan, Evergreens e Country Gentleman formaram a fonte inicial para o desenvolvimento dos programas de melhoramento de milho-doce. No Brasil, a situação é similar, uma vez que no banco ativo de germoplasma de milho (TEIXEIRA et al., 2011) existem apenas 20 acessos classificados como milho-doce que são originários, na maioria, de introduções de genótipos melhorados.

Nos Estados Unidos, foi verificado que as cultivares de milho-doce existentes possuíam base genética estreita (GARWOOD et al., 1976). A princípio, nos programas de melhoramento desse tipo de milho procurou-se obter novas linhagens a partir de híbridos simples entre linhagens-elite de milho-doce. Essas novas linhagens eram usadas em programas de retrocruzamentos visando a conversão de linhagens de milho comum em

milho-doce. Ainda assim, a base genética do material continuava estreita. Para contornar essa situação, foram criados compostos de milho-doce de ampla base genética para alta produção, alta qualidade, resistência a pragas e doenças (ITO; BREWBAKER, 1981; BREWBAKER; BANAFUNZI, 1975). O material Hawaiian Supersweet #9 é um exemplo desses compostos de base genética ampla (BREWBAKER, 1977).

A produção de milho-doce é em sua maioria voltada para a indústria de conserva, embora ele seja também consumido na forma in natura em outros países e tenha potencial para esse tipo de uso no Brasil. No desenvolvimento do milho-doce, o melhorista deve considerar fatores relacionados a qualidade para a indústria, além de caracteres que configuram o bom desempenho agrônomo, como produtividade, ciclo, porte, estabilidade e adaptabilidade. Segundo Pereira Filho e Cruz (2002), o produtor de milho-doce tem as seguintes exigências: possibilidade de plantio durante todo o ano; produção em campo superior a 12 t ha<sup>-1</sup>; tolerância a doenças, especialmente, mancha por *Phaeosphaeria*, ferrugem, helmintosporiose e enfezamento; tolerância à lagarta-da-espiga e a lagarta-do-cartucho; ciclo variando entre 90 e 110 dias; uniformidade de maturação de espigas; longevidade no período de colheita com espigas apresentando teor de umidade entre 68% e 75%, adequado para envasamento e para consumo in natura; índice de espiga igual a "1", e espigas com cerca de 20 cm de comprimento, de formato cilíndrico e com número de fileiras maior ou igual a 14; resistência ao acamamento e quebraimento de plantas; plantas de porte médio; bom empalhamento, ou seja, palha sempre cobrindo a ponta sem ultrapassar o total de 12 camadas de palha; pedúnculo firme; grãos profundos e de coloração amarela intensa; brix acima de 30, por exigência do mercado consumidor; espessura do pericarpo acima de 45 micras e rendimento industrial igual ou maior que 39%. Uma textura muito tenra, apesar de desejável pelo consumidor, pode ser prejudicial, já que fatores

ambientais podem provocar o rompimento do pericarpo, depreciando o produto e expondo o endosperma à infestação por patógenos.

Importantes subsídios para o melhoramento do milho-doce foram apresentados por diversos autores. Dentre esses estudos, destacam-se elucidações sobre a herança de caracteres relacionados a produtividade, e pesquisas sobre qualidade de produto e resistência a estresses.

Dentre os estudos sobre herança de caracteres em milho-doce, está a pesquisa pioneira de Hansen et al. (1977), que, trabalhando com linhagens de milho-doce, encontraram herança quantitativa para o controle de diversos caracteres, tendo sido altamente significativos os efeitos das capacidades geral e específica de combinação. Nesse estudo, houve a predominância dos efeitos aditivos para data de florescimento masculino, alturas de planta e de espiga, número de fileiras de grãos na espiga, comprimento do pedúnculo da espiga, comprimento da palha e comprimento entre a ponta da espiga e a última fileira de grãos, e houve predominância de efeitos não aditivos para o comprimento da espiga. Os autores relatam também a presença da interação genótipos por ambientes.

Dialelos entre famílias  $S_3$  de milho-doce portadoras do alelo *bt* foram empregados por Teixeira et al. (2001) no estudo da herança do peso de espigas. Os autores encontraram a predominância dos efeitos aditivos, o que levou à indicação do emprego da formação de compostos visando o melhoramento intrapopulacional. Características agrônômicas e o teor de proteína nos grãos foram avaliados em dialelo entre variedades de milho-doce e milho comum por Bordallo et al. (2005). Os autores encontraram efeitos aditivos e não aditivos para altura de planta, peso médio de espigas, comprimento de espigas e teor de proteína nos grãos, o que levou à sugestão de aplicabilidade dos métodos intra e interpopulacionais para o melhoramento desses caracteres.

Efeitos aditivos e de dominância foram identificados no controle da produtividade e caracteres indicativos da qualidade industrial por meio de emprego da análise dialélica cujos genitores foram oito cultivares de milho do tipo superdoce. Os efeitos de dominância foram prevaletentes para o florescimento, alturas de planta e de espiga e do peso de espigas (ASSUNÇÃO et al., 2010).

A herança de diversos caracteres relacionados à aparência de espigas do milho-doce foi revista por Tracy (2001), que relatou a presença de efeitos significativos das capacidades geral e específica de combinação para número de fileiras de grãos na espiga, peso da primeira espiga e comprimento de espigas em análises dialélicas envolvendo sete linhagens de milho-doce, assim como o efeito de recíprocos com elevada magnitude para a maioria dos caracteres relacionados à qualidade de espigas. Tracy (2001) relata também que a maioria dos caracteres ligados à qualidade apresentaram herança poligênica e com frequente interação genótipo por ambientes. Desta forma, deve ser considerado que, apesar da herança simples dos alelos que condicionam o caráter doce e da sua fácil identificação, os demais fatores relacionados à qualidade da espiga são de herança complexa e necessitam de avaliação específica.

A textura do pericarpo é fator primário da qualidade. Esse caractere é controlado geneticamente e é de natureza quantitativa, podendo ser melhorado através de seleção (GARWOOD; CREECH, 1979). A seleção massal para maciez do grão praticada em populações de polinização aberta permitiu a obtenção de ganhos elevados para a espessura do pericarpo e sugeriu a herdabilidade alta para esse caractere (ITO; BREWBAKER, 1981).

Famílias endogâmicas derivadas a partir cultivares de milho-doce BR 400, BR 401 e BR 402, desenvolvidas para o mercado brasileiro, foram empregadas por Cardoso et al. (2002) para obter estimativas da herdabilidade para caracteres relacionados com a qualidade. Essas estimativas foram

elevadas para a espessura do pericarpo e medianas para sólidos solúveis e percentuais de empalhamento da espiga, o que sugeriu o potencial de ganhos com a seleção para esses caracteres, especialmente para a espessura do pericarpo. Os autores destacaram a variedade BR 400, em razão de menor espessura do pericarpo e maior conteúdo de sólidos solúveis, e a variedade BR 402 pela melhor cobertura da espiga pela palha.

A análise dialélica envolvendo linhagens-elite norte-americanas portadoras do alelo *sh2* foi empregada por Solomon et al. (2012) para quantificar componentes de variância genética e efeitos genéticos de caracteres relacionados à qualidade e ao desempenho agrônômico. Nesse estudo, a variância aditiva foi prevacente em relação à variância de dominância para caracteres relacionados à qualidade de espigas, como índice de espigas e percentual de fileiras de espigas totalmente cobertas por grãos, sabor e percentual de sólidos solúveis. Já para caracteres agrônômicos a variância de dominância foi preponderante. Nesse estudo, foi feita a avaliação do sabor e da maciez por meio de testes de degustação com a atribuição de notas. Foi possível verificar que o sabor e a maciez estiveram altamente correlacionados. Já os efeitos aditivos para sabor, maciez e cor dos grãos não estiveram correlacionados com caracteres de produtividade, mostrando assim que a caracterização e a seleção de linhagens para caracteres relacionados à qualidade poderão ser úteis na identificação de genitores favoráveis para o desenvolvimento de híbridos.

O estudo do efeito de recíprocos tem especial relevância para o milho-doce, tendo em vista a importância de caracteres relacionados à qualidade de grãos e à viabilidade e vigor de sementes no milho-doce. O efeito de recíprocos foi estudado por Ordás et al. (2008) em caracteres relacionados à qualidade e ao desempenho agrônômico. De uma maneira geral, o efeito do recíproco esteve presente para caracteres relacionados à emergência de plântulas e com menor relevância para caracteres relacionados com a

qualidade, como número de fileiras de grãos por espigas. Os autores ressaltam também a influência do *background* genético na manifestação do efeito de recíprocos.

A tolerância ao frio é um dos estresses abióticos de maior importância para o milho-doce e, por essa razão, já foi o foco de alguns estudos. A cultivar norte-americana US Corn Belt population AS-3(HT) C3 e a população espanhola 'Oroso', ambas de milho comum, foram indicadas por Revilla et al. (1998) como os melhores genitores doadores de alelos favoráveis para o melhoramento de milho-doce quanto a tolerância ao frio. O controle genético da tolerância ao frio em milho-doce foi estudado por Revilla et al. (2003). Nesse estudo foi conduzido um dialelo com 15 variedades de milho-doce, e foram considerados caracteres relacionados à emergência de plântulas, como o peso do caulículo e da radícula, avaliados em condições de temperatura controladas e alternadas entre 10 °C e 19 °C. A capacidade geral de combinação esteve presente para o número de dias para emergência, e para os pesos do caulículo e da radícula, e ainda houve os efeitos da capacidade específica de combinação e do recíproco para o peso do caulículo. Nesse estudo, a cultivar de milho-doce norte-americana Howling Mob foi indicada como fonte de tolerância ao frio para programas de melhoramento para regiões de clima temperado.

## Resistência a patógenos

Os estudos de resistência aos patógenos em milho-doce merecem um enfoque diferenciado quando comparados a esses estudos conduzidos no milho comum. De uma maneira geral, as avaliações da reação das plantas aos patógenos são conduzidas nas fases finais do ciclo do milho comum, uma vez que são nessas fases que os malefícios causados pelos patógenos afetam mais a produção e que os sintomas são mais quantificáveis.

O milho-doce é colhido antes da fase final de maturação, o que faz com que os danos à produção provocados pelos agentes causais sejam mais difíceis de serem quantificados; possivelmente a colheita precoce também possa ser considerada como uma forma de escape dos prejuízos mais pronunciados.

A ferrugem-comum, causada pelo fungo *Puccinia sorghi* é a principal doença do milho-doce nos Estados Unidos. Dezenove híbridos de milho-doce foram avaliados quanto à resistência à ferrugem-comum e caracteres relacionados a mudanças de fases no estágio vegetativo do desenvolvimento. Embora não tenham sido encontradas correlações entre os caracteres indicativos de mudanças de fases e de severidade dos sintomas dos patógenos, alguns híbridos mostraram rápida transição entre as fases jovens e adultas, enquanto outros apresentaram transição mais lenta entre essas fases (CHANDLER; TRACY, 2007).

Enquanto os prejuízos causados pelos patógenos podem ter um efeito menor no milho-doce quando comparado ao milho comum, os prejuízos causados pelos insetos poderão ter um efeito mais danoso no milho-doce, especialmente quando se tratam de pragas das espigas, uma vez que a aparência é um requisito de grande importância para a comercialização do milho-doce.

O controle genético da resistência às duas principais pragas do milho-doce na Europa, as brocas *Sesamia nonagrioides* e *Ostrinia nubilalis*, foi estudado por Velasco et al. (2004). Os efeitos aditivos e não aditivos estiveram presentes no controle genético de ambas as pragas, embora a predominância de cada fator tenha variado em diferentes cruzamentos. Os autores recomendam também os plantios precoces associados no controle dos danos causados por esses insetos, uma vez que, nos plantios tardios, os danos podem atingir níveis tão altos que o uso de cultivares resistentes não é suficiente para controlar as pragas.

O efeito de xênia (RAMALHO et al., 2000) também deve ser considerado nos programas de melhoramento de milho-doce, pois o fenótipo poderá ser mascarado caso haja a polinização com outros mutantes, mesmo que sejam doces, porém de genes diferentes.

## Seleção de genitores

O melhoramento de milho comum está estruturado para o desenvolvimento de híbridos, sintéticos e variedades de forma a capitalizar os efeitos da heterose de forma favorável. No Brasil, alguns grupos heteróticos já foram identificados para o milho comum (PARENTONI et al., 2001), sendo que os cruzamentos entre genótipos contendo grãos do tipo dentado com aqueles de grãos tipo duro têm sido a combinação heterótica mais empregada comercialmente no Brasil. Já para o milho-doce, não existem padrões heteróticos definidos, não obstante que a exploração da heterose já tenha sido identificada em muitos estudos e seja um fator preponderante no desenvolvimento de cultivares de milho-doce, especialmente quando se considera que no mercado de sementes brasileiro existem apenas híbridos de milho-doce.

Cultivares portadoras de alelos *su1* e integrantes de coleções-elite de melhoramento de diferentes instituições norte-americanas e espanholas foram cruzadas entre si e avaliadas para caracteres agrônômicos e de tolerância ao frio na fase de germinação com o objetivo de estabelecer padrões heteróticos. Nesse estudo, foram separadas em grupos heteróticos as cultivares norte-americanas Golden Bantam e Stowell's Evergreen, assim como Golden Bantan e Country Gentleman, pois, segundo Revilla et al. (2006), apresentaram heterose suficiente para serem consideradas de grupos heteróticos distintos.

O emprego da seleção assistida por marcadores moleculares (SAMM) no melhoramento do milho-doce foi considerado em alguns estudos.

Yousef e Juvik (2001) compararam SAMM e a seleção fenotípica em caracteres de importância em milho-doce, como emergência, concentração de sacarose nos grãos, maciez do grão e notas de preferência de consumo. Para tanto, os autores usaram três populações, sendo duas homozigóticas para os alelos que condicionam o acúmulo de açúcar no endosperma, uma população portadora do alelo *su1* e a outra portadora do alelo *sh2*, e uma terceira população segregante para o gene *Sel*. A eficiência das metodologias para seleção foi baseada nos ganhos a cada ciclo e nos custos da avaliação. Os autores concluíram que a SAMM foi mais apropriada para caracteres de difícil mensuração, compensando o alto custo da metodologia, e sugerem que a incorporação da SAMM em programas de milho-doce pode aumentar o progresso com a seleção e ser economicamente viável. A emergência em milho-doce é uma das características limitantes sob o ponto de vista comercial; essa limitação motivou o estudo de Yousef e Juvik (2002) que objetivou buscar QTLs associados à emergência de plântulas em população obtida pelo cruzamento de duas linhagens portadoras do alelo *sh2* e segregantes para emergência. Os autores encontraram três QTLs localizados nos cromossomos 1, 2 e 8 associados à emergência em condições de campo, e sugerem o potencial de uso desses QTLs na SAMM em programas de melhoramento de milho-doce.

Os marcadores microssatélites foram usados por Lopes (2012) para estimar divergência genética entre 22 genótipos de milho-doce, entre eles, acessos do banco de germoplasma de milho e genótipos-elite dos programas de melhoramento de milho-doce da Universidade Estadual de Maringá. As distâncias genéticas entre os genótipos estimadas com base na genotipagem com 22 marcadores microssatélites variaram de 0,103 a 0,645. Com base nessas distâncias, foi gerado um dendrograma e foram identificados quatro agrupamentos genéticos de acordo com a diversidade

genética, o que permitiu saber que, dentre os genótipos comerciais, a cultivar Lili<sup>1</sup> mostrou-se mais divergente que as demais.

A similaridade genética entre genótipos-elite de milho-doce portadores do alelo *sh2* também foi genotipada por Solomon et al. (2012) com o emprego de 20 marcadores microssatélites. As similaridades genéticas variaram de 0,10 a 0,77, e o dendrograma obtido com bases nessas estimativas sugeriu que os genótipos 08-6/PROB16 e 05-3/PROB4-1 são mais divergentes dos demais empregados nesse estudo.

No Brasil, os trabalhos de melhoramento de populações, bem como o desenvolvimento de híbridos de milho-doce, tiveram início na Embrapa Milho e Sorgo a partir de 1979. Esse programa teve início com a introdução de materiais básicos de algumas universidades americanas, como as de Minnesota, Illinois, Flórida e Hawaii, que foram cruzados com linhagens dentadas derivadas dos programas de melhoramento de milho comum. Nos anos 1980, através do uso de métodos simples de seleção massal e de progênies  $S_1$ , foram melhoradas, para adaptação às condições brasileiras, três populações contendo os genes *sugary* e *brittle* e com diferentes características de planta e espiga. Como resultado desse programa conjunto entre a Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Hortaliças, após cinco ciclos de seleção, foram disponibilizadas para uso público as variedades de milho-doce BR 400 (Superdoce), BR 401 (Doce-de-ouro), BR 402 (Doce cristal), BR-420 (Docemel) e BR-421 (Lili).

A partir da década de 1990, iniciou-se na Embrapa Milho e Sorgo um trabalho de formação de novas linhagens de milho-doce, através da introdução dos genes *brittle* e *shrunken* em linhagens-elite de endosperma normal do programa de melhoramento. A tendência atual do mercado é a utilização de híbridos simples. As razões da preferência por esse tipo

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/docemel.htm>>.

de híbrido são basicamente a qualidade e a maciez do pericarpo, sabor e aroma; aspecto e tamanho desejáveis das espigas; uniformidade quanto à maturação; e maior produção que híbridos triplos e duplos. Tendo em vista essa demanda do mercado, a Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu o híbrido simples BRS Vivi.

## Considerações finais

O melhoramento do milho-doce tem muitas similaridades com o melhoramento do milho comum, entretanto, trata-se de um produto em que a qualidade da espiga tem grande relevância. Por essa razão, caracteres relacionados à aparência da espiga e ao sabor devem ser considerados já nas etapas iniciais do melhoramento.

Outro aspecto que merece destaque é a estreita base genética do milho-doce, mesmo quando se considera o banco de germoplasma e não apenas a coleção-elite do melhoramento. Desta forma, a conversão de linhagens de milho comum em linhagens de milho-doce é uma estratégia para ampliar a variabilidade genética associada aos genótipos portadores dos alelos que conferem o fenótipo-doce. Contudo, deve ser observado que a qualidade do milho-doce não é determinada apenas pela presença dos alelos que conferem o acúmulo de açúcar no endosperma. O mercado de milho-verde no Brasil conta com cultivares de milho comum adequadas aos padrões de consumo do mercado brasileiro. Assim, a conversão de linhagens genitoras de milho-verde em linhagens de milho-doce é uma boa opção para ampliar a base genética do milho-doce com a preservação de atributos de qualidade.

A maximização dos efeitos da heterose deve ser considerada em qualquer programa de melhoramento de milho, e o agrupamento de

genitores de acordo com o padrão heterótico auxilia na definição de cruzamentos mais promissores. Entretanto, ainda não há uma definição de quais genitores são indicados como padrões contrastantes para milho-doce. O agrupamento de genótipos de milho-doce em padrões heteróticos será uma grande contribuição para a condução de programas de melhoramento, especialmente se forem considerados caracteres de qualidade que são de avaliação complexa, além da produtividade.

## Referências

- ASSUNÇÃO, A.; BRASIL, E. M.; OLIVEIRA, J. P.; REIS, A. J. S.; PEREIRA, A. F.; BUENO, L. G.; RAMOS, M. R. Heterosis performance in industrial yield components of sweet corn. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, p. 183-190, 2010.
- BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho-doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123-127, jan./mar. 2005.
- BREWBAKER, J. L. Hawaiian Supersweet #9 corn. **HortScience**, Alexandria, v. 12, p. 355-356, 1977.
- BREWBAKER, J. L.; BANAFUNZI, N. Hawaiian Supersweet #6 corn. **HortScience**, Alexandria, v. 10, p. 427, 1975.
- CARDOSO, E. T.; SERENO, M. J. C. M.; NETO, J. F. B. Heritability estimates for quality and ear traits in sweet corn. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 2, p. 493-498, 2002.
- CHANDLER, M. A.; TRACY, W. F. Vegetative phase change among sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids varying for reaction to common rust (*Puccinia sorghi* Schw.). **Plant Breeding**, Berlin, v. 126, p. 569-573, 2007.
- GARWOOD, D. L.; CREECH, R. G. Pennfresh ADX hybrid sweet corn. **HortScience**, Alexandria, v. 14, p. 645, 1979.
- GARWOOD, D. L.; MCARDLE, F. J.; VANDERSLICE, S. F.; SHANNON, J. C. Postharvest carbohydrate transformations and processed quality of high sugar maize genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 101, p. 400, 1976.
- GUIA Veja: revolução na quitanda. **Revista Veja**, São Paulo, n. 2321, p. 108-110, 15 maio 2013.
- HANSEN, L. A.; BAGGETT, J. R.; ROWE, K. E. Quantitative analysis of ten characteristics in sweet corn. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, p. 158, 1977.

- HENDRY, G. W. Archaeological evidence concerning the origin of sweet maize. **Journal of the America Society of Agronomy**, Washington, v. 22, p. 508-514, 1930.
- ITO, G. M.; BREWBAKER, J. L. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. **Journal of the America Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, p. 496-499, 1981.
- LOPES, A. D. **Avaliação da diversidade genética e da estrutura de genótipos de milho-doce estimada por marcadores SSR**. 2012. 115 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- LUR, H. S.; SETTER, T. L. Role of auxin in maize endosperm development (timing of nuclear DNA endoreduplication, zein expression, and cytokinin). **Plant Physiology**, Bethesda, v. 103, p. 273-280, 1993.
- ORDÁS, B.; MALVAR, R. A.; ORDÁS, A.; REVILLA, P. Reciprocal differences in sugary x sugary enhancer sweet corn hybrids. **Journal of the America Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 133, p. 777-782, 2008.
- PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. V.; SANTOS, M. X.; ABADIE, T.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; MEIRELLES, W. F.; LOPES, M. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; PAIVA, E. Heterotic groups based on yield-specific combining ability data and phylogenetic relationship determined by RAPD markers for 28 tropical maize open pollinated varieties. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, p. 197-208, 2001.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 15). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ\\_15.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ_15.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2000. 472 p.
- REVILLA, P.; MALVAR, R. A.; CARTEA, M. E.; ORDÁS, A. Identifying open-pollinated populations of field corn as source of cold tolerance for improving sweet corn. **Euphytica**, Wageningen, v. 101, p. 239-247, 1998.
- REVILLA, P.; HOTCHKISS, J. R.; TRACY, W. F. Cold tolerance evaluation in a diallel among open-pollinated sweet corn cultivars. **HortScience**, Alexandria, v. 38, p. 88-91, 2003.
- REVILLA, P.; RODRÍGUEZ, V. M.; MALVAR, R. A.; BUTRÓN, A.; ORDÁS, A. Comparison among sweet corn heterotic patterns. **Journal of the America Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 131, p. 388-392, 2006.
- SOLOMON, K. F.; MARTIN, I.; ZEPPA, A. Genetic effects and genetic relationships among shrunken (sh2) sweet corn lines and F1 hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v. 185, p. 385-394, 2012.
- SHEWRY, P. R.; CASEY, R. **Seed proteins**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1999.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, I. R. P.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho-doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, p. 483-488, 2001.

TEIXEIRA, F. F.; GUIMARÃES, L. L. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; SILVA, A. R. Pré-melhoramento do milho. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 571-614.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198.

VELASCO, P.; SOENGAS, P.; REVILLA, P.; ORDÁS, A.; MALVAR, R. A. Mean generation analysis of the damage caused by *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sweet corn ears. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, p. 120-126, 2004.

YOUSEF, G. G.; JUVIK, J. A. Comparison of phenotypic and marker-assisted selection for quantitative trait in sweet corn. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 645-655, 2001.

YOUSEF, G. G.; JUVIK, J. A. Enhancement of seedling emergence in sweet corn by markers-assisted backcrossing of beneficial QTL. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 96-104, 2002.



## Capítulo 2

---

# Aspectos fisiológicos do milho-doce

Paulo César Magalhães  
Alyne Oliveira Lavinsky  
Thiago Corrêa de Souza



## Introdução

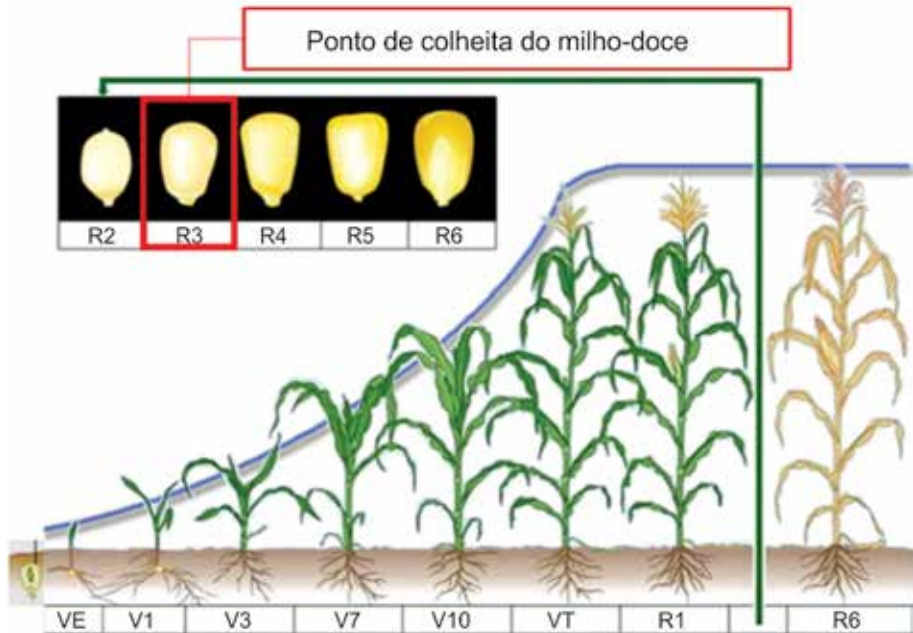
O milho-doce (*Zea mays* var. *Saccharata*) é um tipo especial de milho exclusivamente destinado para alimentação humana (OKTEM, 2008). Diferencia-se do milho convencional por possuir pelo menos um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, deixando os grãos com altos teores de sacarose e baixas concentrações de amido no estádio de grão leitoso, e enrugados e translúcidos quando esses atingem a maturidade fisiológica (SOUSA et al., 2012).

Os principais genes mutantes presentes, isoladamente ou em conjunto, em duplas ou triplas combinações, que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, e que têm sido utilizados para melhoramento do milho-doce são: *amylose-extender 1*, *brittle 1*, *brittle 2*, *dull 1*, *shrunk 2*, *sugary 1*, *sugary enhancer 1*, *waxy 1* (HANNAH et al., 1993; SOUSA et al., 2012). Entretanto, tais genes também estão associados com algumas características indesejáveis, como baixa produtividade e maior sensibilidade ao ataque de pragas e/ou doenças (CHEN, 2014) e herbicidas (WILLIAMS, 2006), quando comparados aos genes das cultivares convencionais de milhos.

Considerando as características desse tipo especial de milho, o conhecimento de sua fisiologia torna-se de crucial importância para o manejo da cultura, incluindo a pós-colheita. É sabido que o conteúdo de açúcar do milho-doce muda rapidamente durante as primeiras horas após a remoção da espiga da planta, ressaltando a importância de conhecimentos de fisiologia pós-colheita no controle da perda de açúcares, seja pelo aumento da respiração seja pela transformação dos açúcares existentes em polissacarídeos, sobretudo o amido (SCHULTZ; JUVIK, 2004).

## Fenologia do milho-doce

O ciclo fenológico do milho-doce assemelha-se ao do milho convencional (MAGALHÃES; DURÃES, 2003, 2009), sendo dividido em duas fases de crescimento: vegetativo (V) e reprodutivo (R). As subdivisões da fase V tomam como base o número de folhas emitidas pela planta [ $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$ , sendo que  $n$  representa a última folha emitida antes do pendoamento ( $V_T$ )] (Figura 1). O primeiro e o último estágio na fase V são representados, respectivamente, por  $V_E$  (emergência) e  $V_T$  (pendoamento). As subdivisões na fase R, por sua vez, são indicadas conforme o desenvolvimento do grão ( $R_1$  – embonecamento;  $R_2$  – bolha d'água;  $R_3$  – leitoso;  $R_4$  – pastoso;  $R_5$  – formação de dente;  $R_6$  – maturidade fisiológica) (Figura 1).



**Figura 1.** Estádios fenológicos do milho-doce destacando o ponto de colheita de espigas verdes em  $R_3$  e padrão sigmoidal de crescimento do milho-verde ao longo do ciclo fenológico.

## Ponto de colheita de espigas verdes

Para produção de espigas verdes, a colheita deve ser realizada em R<sub>3</sub>, entre 19 e 23 dias após a polinização. É importante que as espigas estejam com 70% a 80% de umidade, e que, de preferência, a colheita seja realizada nas primeiras horas da manhã, quando a umidade do ar se encontra mais elevada associada a temperaturas mais baixas. Quando os grãos apresentam teor de umidade acima da faixa ideal de colheita informada anteriormente, o rendimento industrial é menor, dado o predomínio de espigas no estágio R<sub>2</sub>. Registre-se que somente é permitido um total de 8% de grãos-bolha pela indústria de conserva (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007).

Após a colheita, o milho-doce passa por um processo de seleção, em que são descartadas as espigas que apresentem danos externos aparentes (brocas, machucaduras, podridões), e as demais são classificadas tomando por referência o tamanho de espiga.

Uma etapa importante no manuseio pós-colheita do milho-doce é o seu resfriamento após colheita. Quanto mais rápido for realizado o resfriamento, maior será a vida útil do milho, pois após a colheita a perda da doçura no grão é rápida, por causa da hidrólise de sacarose, que no endosperma imaturo é metabolizada para amido pela enzima sacarose-glucosil-transferase (SCHULTZ; JUVIK, 2004). Dentre as técnicas empregadas para o resfriamento rápido de milho-doce estão o vácuo e o hidrorresfriamento (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007). Para o armazenamento é necessário o uso de temperaturas entre 0 °C e -0,6 °C. Temperaturas inferiores a -0,6 °C levam ao congelamento da espiga, sendo por isso indesejadas (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007). O milho-doce pode perder até 14% do seu teor de açúcares quando armazenado a 20 °C por um período de apenas 3 horas. Essa perda pode ser reduzida a 4% em 24 horas e de 7% a 8% em 72 horas a 0 °C (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007).

## Ponto de colheita de sementes

Para a produção de sementes, por exemplo, da cultivar de milho-doce Cristal, a colheita deve ser realizada em até 75 dias após a polinização; a partir dessa fase, a semente passa a ser altamente deteriorada, o que normalmente não é verificado em cultivares convencionais de milho (ARAÚJO et al., 2006a). Para o milho-doce BR 400, Araújo et al. (2006b) verificaram que a colheita deve ser feita em até 76 dias após a polinização. A Figura 2 contrasta espigas de milho convencional e de milho-doce, evidenciando, nessa última, grãos enrugados e translúcidos na maturidade fisiológica.



**Figura 2.** Espigas de milho convencional e de milho-doce na maturidade fisiológica.

A reduzida concentração de amido no milho-doce, aliada às elevadas concentrações de açúcares solúveis presentes no endosperma, proporciona a formação de espaços internos vazios entre a camada de aleurona e o pericarpo das sementes durante o período de desidratação, tornando-as enrugadas, o que deixa o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos mecânicos e entrada de patógenos (CHEN, 2014). Com isso, a deterioração das sementes nesse tipo especial de milho no campo ocorre de maneira mais rápida em relação aos materiais convencionais de milho.

A qualidade fisiológica de sementes de milho-doce também pode ser afetada por danos térmicos durante a secagem, o que pode ser verificado logo após a operação (efeito imediato), ou somente após determinado período de armazenamento (efeito latente). De acordo com Araújo et al.

(2000), temperaturas entre 50 °C e 60 °C, quando associadas com umidades relativas mais elevadas, são prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes de milho-doce cultivar BR 400. Além disso, os autores recomendam a conservação dessas em câmara fria até o momento de sua utilização, e afirmam que o armazenamento a 40 °C requer cautela, levando-se em consideração o tempo de exposição das sementes ao ar de secagem, que, por sua vez, é afetado pela umidade relativa do ar.

A diminuição do poder germinativo e do vigor das sementes são as consequências mais prejudiciais à qualidade delas, em razão da deterioração, existindo técnicas para aumentar o potencial de desempenho das sementes e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo. Dentre essas, está a embebição dos grãos em substrato contendo solução com substâncias promotoras de crescimento, a exemplo de giberelinas, que têm promovido resultados satisfatórios sobre a viabilidade e vigor das sementes, até mesmo após a secagem.

Aragão et al. (2003) mostraram que a pré-embebição de sementes armazenadas de milho cultivar DO-04 (superdoce) em solução de 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico leva a uma alta degradação de proteínas de reserva associadas à alta atividade de  $\alpha$  amilase e, assim, maior germinação e vigor. Isso ocorre pois a  $\alpha$  amilase é sintetizada em resposta ao ácido giberélico produzido pelo embrião, que é transferido para a camada de aleurona da célula, onde essa enzima é produzida via síntese *de novo*, promovendo a conversão do amido em açúcar, que é usado no crescimento da plântula.

## Fatores fisiológicos na cultura do milho-doce

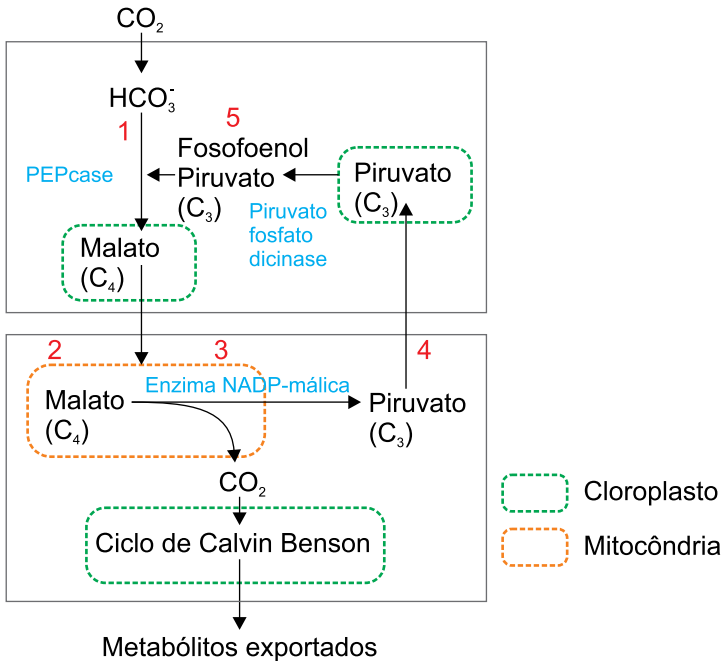
O milho-doce é uma planta de metabolismo C<sub>4</sub>, que em condições ótimas de cultivo apresenta taxa fotossintética nas folhas de até 42  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (BEN-ASHER et al., 2008). O ciclo fotossintético C<sub>4</sub> envolve

cinco estágios sucessivos em dois compartimentos diferentes: 1) na periferia das células do mesofilo foliar (M), a enzima fosfoenolpiruvato (PEP) carboxilase (PEPcase) catalisa a reação do  $\text{HCO}_3^-$  com PEP, um composto de três carbonos. O produto de quatro carbonos da reação, ácido oxaloacético (OAA), no caso do milho-doce, é convertido em malato pela enzima NADP-malato desidrogenase; 2) o malato se difunde para as células da bainha do feixe vascular (BFV); 3) na BFV a enzima de descarboxilação NADP-enzima málica libera  $\text{CO}_2$  do malato, produzindo um ácido de três carbonos, o piruvato. A captura do  $\text{CO}_2$  liberado pelos cloroplastos na BFV cria um excesso de  $\text{CO}_2$  em relação ao  $\text{O}_2$  em torno da ribulose bifsfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), dessa forma, a assimilação do  $\text{CO}_2$  é facilitada pelo ciclo de Calvin-Benson; 4) o piruvato residual flui de volta ao M; 5) fechando o ciclo C4 em milho-doce, a enzima piruvato-fosfato dicinase catalisa a regeneração do PEP, o acceptor de  $\text{HCO}_3^-$ , para outra volta do ciclo (Figura 3) (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O consumo de duas moléculas de ATP por mol de  $\text{CO}_2$  fixado impulsiona o ciclo C4 na direção das setas (Figura 3), dessa forma bombeando  $\text{CO}_2$  da atmosfera para o ciclo de Calvin-Benson. O carbono assimilado deixa o cloroplasto e, após ser convertido em sacarose no citoplasma, entra no floema para translocação para outras partes da planta.

A maior concentração de sacarose no milho-doce é obtida às expensas de uma menor concentração de amido, especialmente na forma de amilopectina. Ainda nesse contexto, mutações que afetam a biossíntese de amido podem ser divididas em duas classes: 1) afetam a reações citosólicas no início do processo da síntese do amido, e 2) afetam as reações dentro do plastídeo (Figura 4).

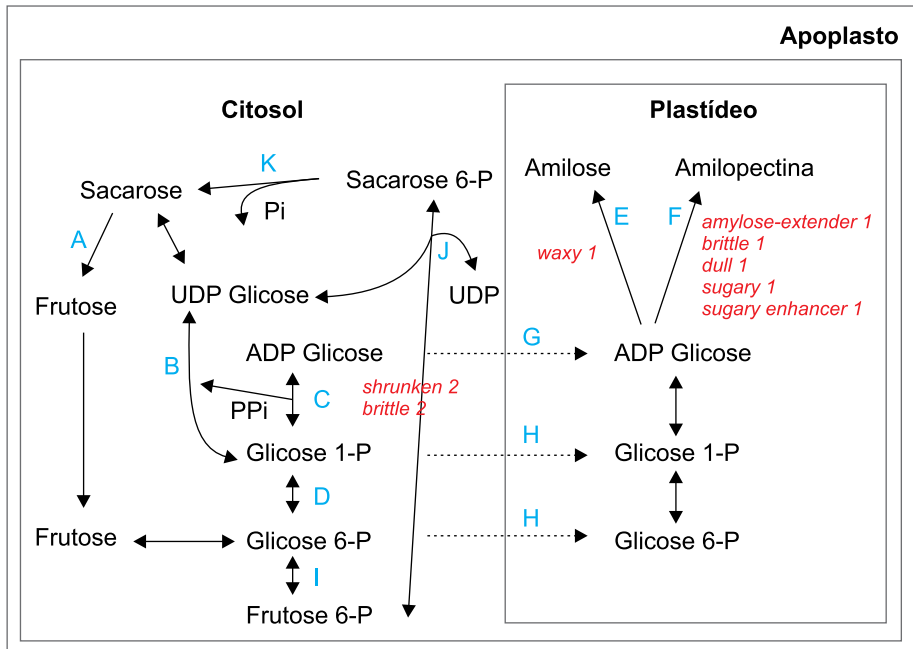
Carboidratos entram no grão na forma de sacarose, e essa é convertida em UDP-glicose e frutose pela enzima sintase da sacarose no citosol (Figura 4). Cada um desses monossacarídeos é depois convertido por meio



**Figura 3.** Mecanismo fotossintético do milho-doce.

de vias separadas para ADP-glicose, a qual é de importância crucial para síntese de amido no plastídeo.

O amido é formado dentro do plastídeo nas células de desenvolvimento do endosperma do milho, como uma mistura de dois polímeros de glicose: amilopectina e amilose. Aproximadamente 25% do grão de amido no milho é constituído por amilose, a qual predomina como molécula linear unida por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4. Por sua vez, a amilopectina constitui 75% dos polissacarídeos existentes no grão de amido em milho, ligados por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4, ocorrendo também ligações  $\alpha$ -1,6, que dão a ela uma estrutura ramificada. Ligações lineares de glicose em amilose e amilopectina são formadas pela ação de várias isoformas de amido sintetase, e estruturas ramificadas por meio de várias isoformas de enzimas ramificadoras



**Figura 4.** Metabolitos e enzimas envolvidas na conversão de sacarose para amido em grãos de milho. Enzimas estão identificadas em azul de A-K: A – sintase da sacarose; B – pirofosforilase da UDP glicose; C – pirofosforilase da ADP glicose; D – fosfoglicomutase; E – sintetase do amido; F – sintetase do amido, enzima ramificadora de amido e enzima desramificadora de amido; G – transportador de glicose dependente de ADP; H – transportador de hexose fosfato; I – fosfoglicose isomerase citosólica; J – sintase da sacarose fosfato; K – fosfatase da sacarose fosfato. Os mutantes que afetam a biossíntese de amido estão identificados de vermelho, em pontos da via metabólica onde exercem o seu efeito.

Fonte: Adaptado de Schultz e Juvik (2004).

de amido. Enzimas desramificadoras de amido também atuam na síntese de amido, possivelmente na ordenação de estruturas lineares e ramificadas, provavelmente contribuindo para a ordenação de ligações de derivação e cadeias lineares, no caso da amilopectina (SCHULTZ; JUVIK, 2004).

Os mutantes que afetam a biossíntese de amido em milho-doce acumulam sacarose em taxa entre quatro e oito vezes maiores em relação ao milho convencional, tendo os níveis de sacarose reduzidos na maturidade fisiológica. La Bonte e Jovic (1991) sugeriram uma classificação para milho-doce em dois tipos básicos: “doce” e “superdoce”, a depender dos níveis de açúcares e de fitoglicogênio com a mutação. Milho-doce do tipo “doce” possui em sua composição os genes mutantes *sugary 1* e/ou *sugary enhancer 1*. Já os do tipo “superdoce” possuem pelo menos um desses genes mutantes: *shrunked 2*, *brittle 1*, *brittle 2*, *amilase extender 1*, *dull 1* e *waxy 1*. Aqueles do tipo “superdoce” apresentam maior doçura e menor cremosidade; a cremosidade depende dos níveis de fitoglicogênio (LA BONTE; JUVIC, 1991).

Os genes *shrunked 2* e *brittle 2* codificam, respectivamente, as subunidades de 60 kDA e 55 kDA da pirofosforilase da ADP-glicose (Figura 4). No milho-doce, a mutação dos genes *shrunked 2* e *brittle 2* reduz dramaticamente a atividade pirofosforilase da ADP-glicose, resultando em decréscimo na deposição de amido e acúmulo de sacarose.

No que se refere à composição do grão de amido, o gene *dull 1* codifica para a sintetase do amido. O mutante *dull 1* possui a atividade da sintetase do amido solúvel reduzida, favorecendo o acúmulo de sacarose em detrimento de amido. O mutante *waxy 1* produz grãos de amido desprovidos de amilose, enquanto os mutantes *brittle 1* e *amilose extender 1* alteram a estrutura da amilopectina. Esse último promove ainda o acúmulo de maltose (GENTINETTA; SALAMINI, 1979).

Cultivares de milho-doce com o gene mutante *sugary 1* apresentam aumento nos níveis de polissacarídeos de fitoglicogênio solúveis em água, o que representa aproximadamente 25% do peso seco do grão. O *sugary enhancer 1* é uma mutação em homozigose recessiva do *sugary 1* no endosperma, o que aumenta sobremaneira não apenas a produção de sacarose, mas também de maltose, atingindo níveis de açúcares similares

aos verificados em milho-doce do tipo “superdoce” sem diminuir os níveis de fitoglicogênio característicos do *sugary 1*. Além disso, os grãos de milho em cultivares com essa mutação apresentam-se mais amarelados. Tomadas em conjunto, as informações do mutante *sugary enhancer 1* mostram que elevadas concentrações de sacarose não necessariamente são traduzidas em diminuição nos níveis de carotenoides (SCHULTZ; JUVIK, 2004).

Na Figura 4 são mostrados os genes mutantes que afetam a biossíntese de amido e os pontos da via metabólica onde exercem o seu efeito.

## Influência de fatores climáticos na cultura do milho-doce

Embora o milho-doce responda à interação dos diversos fatores climáticos, os de maior influência sobre a cultura são temperatura, precipitação, radiação solar e a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estes fatores afetam nas atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produtividade.

A temperatura ideal para germinação de sementes de milho-doce é 25 °C e 20 °C (ARAÚJO et al., 2000), registrados durante o dia e a noite, respectivamente, estendendo-se até V5 (BEN-ASHER et al., 2008). A partir de V9 até R1, a temperatura ideal gira em torno de 30 °C/25 °C (BEN-ASHER et al., 2008). Por ocasião da floração, temperaturas médias superiores a 26 °C aceleram o desenvolvimento dessa fase, enquanto temperaturas inferiores a 15,5 °C a retardam. Cada grau acima da temperatura média de 21,1 °C nos primeiros 60 dias após a semeadura pode acelerar o florescimento entre 2 e 3 dias. Durante a polinização, temperaturas acima de 33 °C reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen. De um modo geral, temperaturas de 40 °C/35 °C em qualquer momento do ciclo inibem

a fotossíntese, podendo alterar não apenas o rendimento, mas também a composição proteica dos grãos.

Ao compararem o efeito de temperaturas mais elevadas (35 °C/27 °C) em relação a temperaturas mais amenas (25 °C/18 °C) durante o começo da fase reprodutiva do ciclo do milho-doce, Suwa et al. (2010) verificaram que a massa seca da planta aumentou com o aumento na temperatura, enquanto a taxa fotossintética não variou entre os tratamentos, e a exportação de fotoassimilados para a espiga verde foi diminuída, assim como o teor de hemicelulose e celulose, sugerindo que a síntese de componentes de parede celular é prejudicada por temperaturas elevadas.

O milho-doce pode ser cultivado em regiões onde as precipitações pluviométricas variam entre 250 mm e 5.000 mm anuais. O consumo de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, em clima quente e seco, raramente excede 2,5 mm por dia. Durante o período compreendido entre o espigamento e a maturação, o consumo pode se elevar para 5 mm a 7,5 mm diários. Mas se a temperatura estiver muito elevada e a umidade do ar muito baixa, o consumo poderá chegar até 10 mm por dia.

Hirich et al. (2014) mostraram que na fase vegetativa, plantas de milho-doce são menos sensíveis ao déficit hídrico, apresentando inclusive rendimento em espigas verdes 28% superior em relação ao de plantas desse tipo especial de milho irrigadas normalmente. Por outro lado, o déficit hídrico durante o florescimento e o enchimento de grãos diminuiu em 17% e 29%, respectivamente, o rendimento de espigas verdes. Tais autores ressaltaram ainda que a aplicação de rega deficitária durante o estágio vegetativo permitiu economia de água de 23% em comparação com outras estratégias de irrigação.

De modo comum, para plantas que se utilizam da via C4, a taxa fotossintética aumenta linearmente com o aumento na irradiância (I). Isso

se deve a um aumento na atividade de várias enzimas fotossintéticas e na quantidade de proteínas solúveis nas folhas, dentre as quais, a carboxilase da RuBP, piruvato, piruvato dicinase e NADP-desidrogenase do malato (USUDA et al., 1985); também, pode ser atribuída a um não comprometimento das reações fotoquímicas da fotossíntese sob elevadas irradiâncias (D'AMBRÓSIO et al., 2003).

Arena et al. (2011) verificaram que sob condições normais de irradiâncias ( $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), folhas de milho sob elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$  apresentam decréscimo na taxa fotossintética e condutância estomática ( $g_s$ ) em paralelo a um aumento na concentração interna de carbono ( $C_i$ ) e eficiência de uso da água (EUA), comparadas com folhas de plantas sob concentrações de  $\text{CO}_2$  normais, sem afetar as reações fotoquímicas. Em folhas de milho sob elevadas irradiância ( $1.900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentrações de  $\text{CO}_2$  não houve variações na taxa fotossintética, nas reações fotoquímicas, tampouco em  $C_i$ , enquanto a  $g_s$  foi diminuída e a EUA foi aumentada. Esses resultados são consistentes com os encontrados por Bunce (2014), trabalhando com milho-doce variedade Silver Queen. Os resultados de Arena et al. (2011) mostram que a  $g_s$  é consistentemente diminuída sob elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$ , e sob condições normais de irradiância, elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$  regulam negativamente a etapa bioquímica da fotossíntese, mas não a fotoquímica. Já sob elevadas irradiâncias, elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$  não aumentam a taxa fotossintética nem ocasionam danos nas reações fotoquímicas, e, ainda assim, aumentam a EUA.

## Referências

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super

doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, p. 43-48, 2003.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 687-692, 2006a.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, p. 69-76, 2006b.

ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediatos e latentes da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho-doce, cultivar BR 400. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, p. 21-30, 2000.

ARENA, C.; VITALE, L.; SANTO, A. V. Influence of irradiance on photosynthesis and PSII photochemical efficiency in maize during short-term exposure at high CO<sub>2</sub> concentration. **Photosynthetica**, Prague, v. 49, p. 267-274, 2011.

BEN-ASHER, J.; GARCIA, A.; HOOGENBOOM, G. Effect of high temperature on photosynthesis and transpiration of sweet corn (*Zea mays* L. var. rugosa). **Photosynthetica**, Prague, v. 46, p. 595-603, 2008.

BUNCE, J. A. Corn growth response to elevated CO<sub>2</sub> varies with the amount of nitrogen applied. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 306-312, 2014.

CHEN, L. Q. Sweet sugar transporters for phloem transport and pathogen nutrition. **New Phytologist**, Cambridge, v. 201, p. 1150-1155, 2014.

D'AMBRÓSIO, N.; ARENA, C.; SANTO, A. V. Different relationship between electron transport and CO<sub>2</sub> assimilation in two *Zea mays* cultivars as influenced by increasing irradiance. **Photosynthetica**, Prague, v. 41, p. 489-495, 2003.

HANNAH, L. C.; GIROUX, M.; BOYER, C. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 55, p. 177-197, 1993.

HIRICH, A.; CHOUKR-ALLAH, R.; FAHMI, H.; RAMI, A.; LAAJAJ, K.; JACOBSEH, S.; OMARI, H. Using deficit irrigation to improve crop water productivity of sweet corn, chickpea, faba bean and quinoa: a synthesis of several field trials. **Revista Marine Science Agronomy and Veterinary**, v. 2, p. 15-22, 2014.

GENTINETTA, E.; SALAMINI, F. Free sugar fraction of the amylose-related mutants of maize. **Biochemical Genetics**, New York, v. 5, p. 405-414, 1979.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.

LA BONTE, D. R.; JUVIC, J. A. Sugary enhancer (se) gene located on the long arm of chromosome 4 in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Heredity**, Cary, v. 82, p. 176-178, 1991.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Aspectos fisiológicos do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 49-65.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Ecofisiologia. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

OKTEM, A. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 95, p. 1003-1010, 2008.

SCHULTZ, J. A.; JUVIK, J. A. Current models for starch synthesis and the sugary enhancer1 (*se1*) mutation in *Zea mays*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 42, p. 457-464, 2004.

SOUSA, S. M. de; PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. F. **Milho doce**: origem de mutações naturais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 41 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 144).

SUWA, R.; HAKATA, H.; HARA, H.; SHEMY, H. A.; ADU-GYAMFI, J. J.; NGUYEN, N. T.; KANAI, S.; LIGHTFOOT, D. A.; MOHAPATRA, P. K.; FUJITA, K. High temperature effects on photosynthate partitioning and sugar metabolism during ear expansion in maize (*Zea mays* L.) genotypes. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 48, p. 124-130, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

USUDA, H.; KUAND, M. S. B.; EDWARDS, G. E. Influence of light intensity during growth on photosynthesis and activity of several key photosynthetic enzymes in a C4 plant (*Zea mays*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 63, p. 65-70, 1985.

WILLIAMS, M. M. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. **Weed Science**, Champaign, v. 54, p. 928-933, 2006.

## Capítulo 3

---

# Cultivares de milho-doce

Israel Alexandre Pereira Filho  
José Carlos Cruz  
Emerson Borghi



## Introdução

As cultivares de milho-doce existentes no Brasil são destinadas basicamente para as indústrias de conservas alimentícias, e muito pouco para o consumo in natura. Esta espécie de milho diferencia-se das outras espécies do cereal pelas mutações sofridas que lhes proporcionaram maiores concentrações de açúcares no endosperma (TRACY, 2001). Esta deficiência acontece pelo fato de as poucas cultivares existentes não se adaptarem bem às condições de clima tropical da grande maioria das regiões produtoras de milho no Brasil.

A planta possui em média de 1,30 m a 2,50 m de altura, caule ereto, cilíndrico, fibroso, separado em porções por gomos, e, geralmente, recoberto por uma parte da folha, denominada bainha. Originário da América, provavelmente da região onde se situa o México, foi domesticado em um período entre 7.000 e 10.000 anos atrás. O homem herdou cerca de 300 raças de milho, caracterizadas pelas mais diferentes adaptações, tanto para condições climáticas, como para usos do cereal. A botânica e a reprodução do milho-doce são idênticas às do milho-comum (ARAGÃO, 2002). A cultura do milho-doce, normalmente, é anual. A propagação é feita por sementes e o plantio é feito diretamente no campo (KUROZAWA, 2007).

A planta produz flor masculina (flecha ou pendão) na sua parte mais alta, onde produz os grãos de pólen, e a flor feminina (espiga) à meia altura. Cada fio (cabelo) que sai da espiga é responsável pela produção de um grão, depois de fecundada. O milho-doce produz bem em todas as épocas do ano, com temperaturas variando de média a alta, e boa disponibilidade de água no solo durante todo o ciclo da planta, que pode variar de 90 a 110 dias. A colheita das espigas é feita quando os grãos estão em estado leitoso ou imaturos. Já os grãos maduros e secos ficam totalmente enrugados,

por causa do baixo teor de amido na sua composição (PAIVA et al., 1992; KUROZAWA, 2007).

O aumento da demanda de milho-doce e de novas cultivares, pelas indústrias de conservas alimentícias, as quais consideram o produto como uma de suas principais fontes de matéria-prima para o envasamento em forma de conservas e congelados, tem levado as empresas de sementes a dedicar parte dos seus programas de melhoria ao desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas, mais resistentes a doenças e pragas e com teores de açúcar mais elevado, bem como maior percentagem de rendimento de grãos envasados.

As cultivares de milho-doce se dividem em “doce” e “superdoce”, que se diferenciam do milho normal especialmente quanto ao teor de açúcar. Para a indústria, e para o consumo in natura, quanto maior o teor de açúcar e menor o teor de amido, mais desejado é o cereal. A característica maior teor de açúcar no milho-doce, inviabiliza o processamento de alguns tipos de alimentos consumidos, como o curau e a pamonha, dentre outros.

Quanto a este tipo de milho, o produtor deve procurar uma cultivar que seja mais resistente à transformação dos açúcares em amido e ao murchamento. Para a indústria, alguns atributos a mais deverão ser observados, como: rendimento ao redor de 40%, ou seja, para cada 100 kg de espigas empalhadas, o rendimento deverá ser igual ou maior que 40 kg de grãos enlatados; espigas com comprimento igual ou acima de 20 cm, cilíndricas e de grãos profundos; sabugos de cor clara (Figura 1) e longevidade de colheita (entre 5 e 6 dias com umidade em torno de 70% a 75%); espigas com mais de 16 fileiras de grãos, o que permite maior rendimento industrial; equilíbrio entre o número de palhas e a perfeita proteção da espiga, ou seja, camadas de palhas acima de 14 prejudicam o rendimento industrial, e abaixo de sete camadas não protegem o suficiente, facilitando o ataque de pragas e doenças com consequência na qualidade; grãos de coloração

amarela-alaranjada e de pericarpo fino, o ideal é que seja ao redor de 45 micras a 50 micras, conferindo maior maciez ao grão, e com Brix em torno de 20%. Além das características exigidas pela indústria, as cultivares devem também ser resistentes às principais pragas e doenças que atacam a cultura. No mercado de sementes de milho no Brasil,

existem poucas opções desse tipo de milho, pelo fato de o brasileiro não ter hábito de comer milho-verde-doce e pela ausência do produto in natura nas prateleiras de supermercados. Todos os anos, a Embrapa Milho e Sorgo publica uma lista com todas as cultivares de milho colocados no mercado à disposição dos produtores, incluindo nesta lista todos os milhos especiais, como o doce, o pipoca, silagem e branco-canjica, dentre outros.

O milho-doce, utilizado principalmente como milho-verde, tanto in natura como para processamento, difere do milho comum pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais, ou associados em combinações duplas e triplas. Aliado a essas combinações gênicas, o milho-doce, em vista do intenso processo de seleção, possui ainda pericarpo delgado e textura particular do endosperma, que o faz superior para o consumo humano em relação ao milho comum. Quanto ao teor de açúcar, o milho normal tem em torno de 3% de açúcar e entre 60% e 70% de amido, enquanto o milho-doce tem de 9% a 14% de açúcar e de 30% a 35% de amido, e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e de 15% a 25% de amido (SILVA, 1994). Por causa do alto teor de açúcar e baixo de amido, as sementes do milho-doce têm uma



Foto: Israel A. P. Filho

**Figura 1.** Espigas de milho-doce: sabugo claro e comprimento e profundidade de grãos.

Foto: Israel A. P. Filho



**Figura 2.** Sementes secas de milho-doce.

aparência de que estão murchas e desidratadas (Figura 2).

O milho-doce é classificado como tipo especial porque se destina exclusivamente ao consumo humano. Este tipo de milho difere-se da espécie comum por possuir alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em

amido, no endosperma, conferindo o caráter doce (TRACY, 2001). É utilizado principalmente como milho-doce, tanto in natura como pelas indústrias de produtos alimentícios em conserva (ARAGÃO, 2002). Portanto, os grãos podem ser utilizados em conserva, ou usando as espigas jovens também em conserva como minimilho, ou congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, para consumido in natura (SOUZA et al., 1990).

Para que se possam atender tanto aos interesses da indústria de envasamento quanto à produção para o uso in natura, e ao próprio produtor, o milho-doce deverá contemplar alguns atributos para ter boa aceitação:

- Possibilidade de plantio durante o ano todo.
- Produtividade em campo acima de 12 t ha<sup>-1</sup>.
- Tolerância às principais doenças: mancha-de-phaeosphaeria, ferrugem, helmintosporiose e enfezamento.
- Tolerância às principais pragas: lagarta-da-espiga, lagarta-do-cartucho.

- Ciclo variando entre 90 e 110 dias.
- Uniformidade de maturação das espigas.
- Longevidade no período de colheita, com espigas apresentando teor de umidade entre 68% e 75%, adequado para envasamento e para consumo in natura.
- Índice de espiga igual a 1, e que tenha comprimento em torno de 20 cm, formato cilíndrico e número de fileiras maior ou igual a 14.
- Espigas cilíndricas e grandes.
- Resistência ao acamamento e quebramento de plantas.
- Plantas de porte médio.
- Bom empalhamento, sempre cobrindo a ponta, sem ultrapassar o total de 12 camadas de palha. Valor acima poderá correlacionar negativamente com o rendimento comercial.
- Grãos com equilíbrio entre teores de açúcar e amido para milho comum.
- Pedúnculo firme.
- Grãos profundos e de coloração amarela intensa ou alaranjada.
- Brix acima de 15, exigido pelo mercado consumidor mais selecionado para o milho-doce.
- Espessura do pericarpo acima de 45 micras.
- Rendimento industrial igual ou maior a 40%.

## Referências

- ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2* (*sh2sh2*) utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho-doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia.
- KUROZAWA, C. **Glossário Globo Rural**. 2007. Disponível em: <<http://globoruralteve.globo.com/GRural/0,27062,LPTO-4373-0-L-M,00.html>>. Acesso em: 20 fev. 2015.
- OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar. 2006.
- PAIVA, E.; VASCONCELOS, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R. Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 1213-1218, 1992.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 15).
- SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p. 45-49.
- SOUZA, I. R. P.; MAIA, A. H. N.; ANDRADE, C. L. T. **Introdução e avaliação de milho doce na região do Baixo Paranaíba**. Teresina: Embrapa-CNPAL, 1990. 7 p. (Embrapa-CNPAL. Pesquisa em andamento, 3).
- TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198

## Capítulo 4

---

# Manejo e tratos culturais do milho-doce

Israel Alexandre Pereira Filho  
Emerson Borghi  
José Carlos Cruz



## Introdução

Muitos são os fatores envolvidos na obtenção de milho-doce de alta produtividade, com altos índices de espigas comerciáveis, resistente à pragas e doenças, bem como longo período de permanência nas gôndolas refrigeradas de supermercados e outros estabelecimentos afins, e alto índice de rendimento de grãos por espigas, demandado pelas indústrias de conservas alimentícias. Dentre os fatores estão principalmente cultivares, de número reduzido no mercado de sementes, o espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, profundidade de semeio, possibilidade de semeadura durante o ano em sistemas irrigados, e ainda outros fatores, como manejo de plantas daninhas, fertilização, controle de pragas e doenças, mecanização, ponto de colheita, comercialização, transporte e armazenamento na indústria até o momento do processamento. A produtividade de espigas de milho-verde-doce ou de endosperma normal está intimamente relacionada à escolha do arranjo espacial de plantas na área, que pode ser feito com a alteração do espaçamento entre ou dentro das linhas de plantio, gerando diferentes densidades de plantas (ALMEIDA et al., 2000).

A utilização de diferentes espaçamentos entre linhas e população de plantas, buscando a melhor distribuição espacial, é recurso eficiente para extrair o máximo de potencial produtivo de um híbrido. Por outro lado, quando se trabalha com milho-doce, é primordial considerar os efeitos da densidade de semeadura nos caracteres relacionados ao rendimento industrial, como diâmetro e comprimento da espiga, profundidade e largura de grãos (BARBIERI et al., 2005).

## Densidade de plantas

A densidade de plantas é um dos fatores do manejo mais importantes para maximizar a interceptação da radiação solar, otimizar o seu uso e potencializar o rendimento do índice de espigas e consequentemente de grãos (ARGENTA et al., 2001). Por outro lado, o estudo da densidade de plantas em milhos especiais com ênfase no milho-verde de endosperma normal, ou no doce, visa não só obter produções máximas, mas espigas comerciais de acordo com a demanda do mercado in natura ou das indústrias de conservas alimentícias.

O estudo da densidade de semeadura visa obter das plantas a máxima utilização de todos os recursos disponíveis no solo e no clima (luminosidade, temperatura, radiação, etc.). Assim, as plantas podem produzir menos individualmente, mas a produção por unidade de área pode ser maximizada (LOOMIS; CONNOR, 1992).

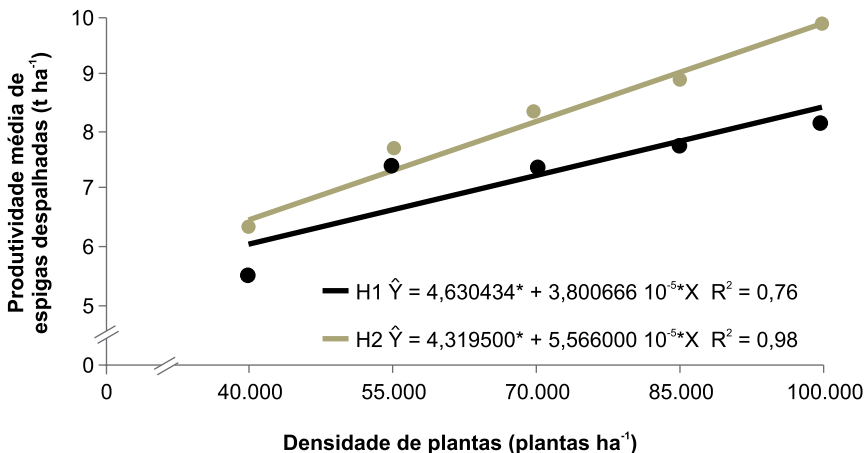
O tamanho das plantas e seu grau de plasticidade morfológica também são importantes na ocupação espacial da área. Além desses fatores, a densidade ótima de uma cultura é influenciada pelo nível dos recursos disponíveis e a duração do ciclo (LOOMIS; CONNOR, 1992).

De acordo com Sangoi et al. (2002), pelo fato de o milho ser uma espécie protândrica, a diferenciação do pendão, que cresce e se desenvolve no ponto de crescimento da planta, acontece antes da diferenciação das espigas, que, por sua vez, crescem e se desenvolvem nas gemas laterais. A utilização de densidades de semeadura mais elevadas tende a aumentar o período entre a diferenciação das estruturas reprodutivas. Segundo Sangoi e Salvador (1998), como o período de liberação de pólen da planta é curto e definido, o aumento do período alométrico, entre antese e espigamento, promovido por densidades de semeadura elevadas, contribui

de maneira significativa para reduzir o número de espiguetas fertilizadas, sendo decisivo para a redução no rendimento potencial da cultura.

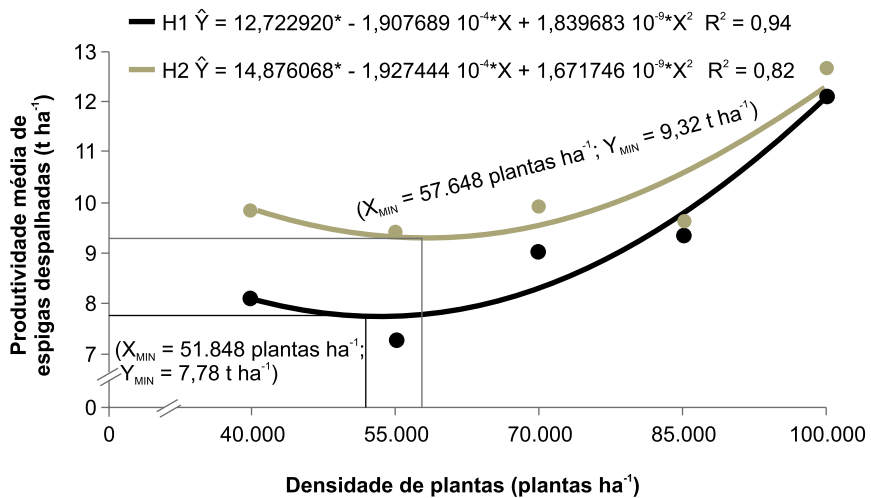
Trabalhos de Souza et al. (2011), com as densidades de sementeiras de 40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas por hectare com as cultivares de milho-doce Tropical Plus e RB- 6324, verificaram a tendência em ambas as cultivares de aumento linear da produtividade total de espigas despalhadas, conforme o incremento do número de plantas por unidade de área. A cada 10.000 plantas ha<sup>-1</sup> adicionadas à lavoura de milho-doce, observaram-se acréscimos de 0,38 t ha<sup>-1</sup> e 0,56 t ha<sup>-1</sup>, para os híbridos Tropical Plus (H1) e RB-6324 (H2), respectivamente (Figura 1).

Em um segundo ano de avaliação, foi observado o comportamento contrário para os mesmos híbridos, entretanto, ao invés de um aumento linear, notou-se aumento quadrático do componente produção, por meio do incremento na densidade de sementeira (Figura 2).



**Figura 1.** Produtividade média de espigas despalhadas dos híbridos de milho-doce Tropical Plus (H1) e RB-6324 (H2) em função da densidade populacional de plantas, no ano agrícola de 2009.

Fonte: Souza et al. (2011).

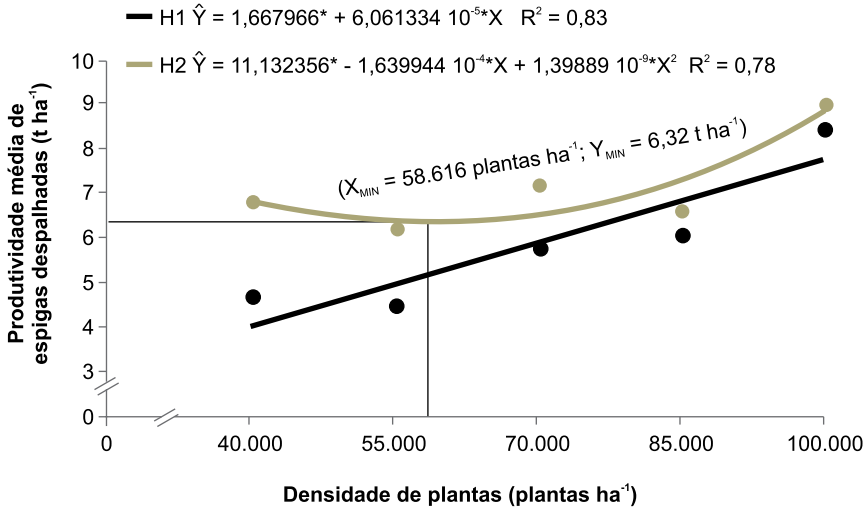


**Figura 2.** Produtividade média de espigas despalhadas dos híbridos de milho-doce Tropical Plus (H1) e RB-6324 (H2) em função da densidade de semeadura de plantas, no ano agrícola de 2010.

Fonte: Souza et al. (2011).

O ponto de inflexão ocorreu nos valores observados, de 7,78 t ha<sup>-1</sup> e 9,32 t ha<sup>-1</sup>, em 51.848 e 57.648 plantas por hectare, para Tropical Plus e RB-6324, respectivamente, e a partir desse ponto a produção foi crescente com o aumento da densidade até 100.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Segundo Souza et al. (2011), não houve ajuste significativo de modelos lineares e não lineares para Tropical Plus na avaliação conduzida em 2009 (Figura 1). Entretanto, apesar do baixo ajuste dos modelos, foi possível observar que, com 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>, ocorreu estabilização da produtividade média de espigas comerciais despalhadas, em torno de 6 t ha<sup>-1</sup> (Figura 3).

Resultados semelhantes foram obtidos por Sangoi et al. (2005) e Silva et al. (2010), que mencionam a ausência do efeito negativo das densidades de semeadura sobre o rendimento de espigas. Entretanto, em outros



**Figura 3.** Produtividade média de espigas despalhadas dos híbridos de milho-doce Tropical Plus e RB-6324 (H2) em função da densidade de semeadura de plantas, no ano agrícola de 2010.

Fonte: Souza et al. (2011).

trabalhos, Sangoi et al. (2002) verificaram resultados inversos aos obtidos por Souza et al. (2011).

O tamanho da espiga com palha ou sem palha (Figura 4) é uma das características importantes no quesito comercialização, uma vez que tanto o mercado de consumo in natura como industrial exigem um comprimento médio de espiga que gira em torno de 20 cm e formato cilíndrico,



Foto: Israel A. P. Filho

**Figura 4.** Espigas de milho-doce selecionadas para consumo in natura e para uso industrial.

além de número de fileiras ou carreiras de grãos nunca inferior a 14 (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003). O comprimento de espiga pode variar em função da cultivar, do espaçamento e da densidade de semeadura.

Trabalhando com diferentes cultivares de milho-doce e densidades de semeadura, Vieira (2007) verificou que houve interação entre as cultivares e as populações de plantas testadas quanto ao comprimento de espiga empalhada, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Comprimento de espiga empalhada de quatro cultivares de milho em cinco populações de plantas na região de Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006<sup>(1)</sup>.

Cultivar	Comprimento da espiga empalhada (cm)				
	3,5 plantas m <sup>-2</sup>	5,0 plantas m <sup>-2</sup>	6,5 plantas m <sup>-2</sup>	8,0 plantas m <sup>-2</sup>	9,5 plantas m <sup>-2</sup>
Penta	29,46bA	28,69bA	26,85cB	25,45bBC	24,13cC
30P34	28,80bA	27,13bB	26,53cB	24,99bC	22,85cD
DKB 214	31,53aA	30,56aAB	30,84aA	29,03aC	29,18aBC
SWB 551	32,44aA	30,35aB	28,90bBC	27,44aCD	26,65bD
CV cultivar	4,19%				
CV população	2,66%				

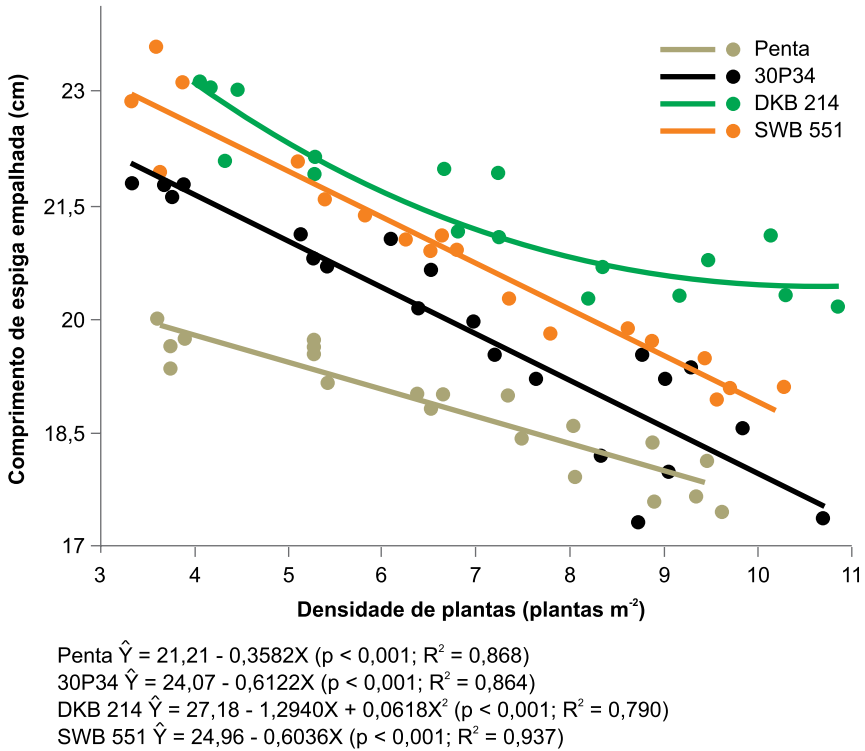
<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Vieira (2007).

A cultivar DKB 214 apresentou espigas empalhadas mais compridas que as demais, não diferindo da SWB 551 nas populações com 35.000, 50.000 e 80.000 plantas por hectare. Da mesma forma, as cultivares Penta e 30P34 apresentaram os menores comprimentos de espiga empalhada em todas as densidades de cultivo analisadas.

O aumento da população resultou na redução linear do comprimento das espigas empalhadas em todas as cultivares testadas, sendo de

18,1% para a Penta, 21,7% para a 30P34, 7,5% para a DKB 214 e 17,8% para a SWB 551 (Figura 5).



**Figura 5.** Relação entre o comprimento de espiga empalhada de quatro cultivares de milho e a densidade de sementeira na região de Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006.

Fonte: Vieira (2007).

Todas as cultivares envolvidas nas diferentes densidades de plantas produziram espigas dentro da faixa comercial, uma vez que atingiram comprimento médio superior a 22 cm.

Embora para alguns autores a cultivar não seja impedimento para a comercialização, deve-se levar em consideração principalmente o tempo de

granação das espigas no momento da escolha da cultivar e do manejo a ser adotado. O comprimento de espiga despalhada embora não seja fator decisivo na comercialização, demonstra que o seu desenvolvimento, juntamente com o tempo de granação, permite um maior fornecimento de produtos fotoassimilados para o desenvolvimento e enchimento dos grãos até a granação.

O comprimento de espigas despalhadas interagiu com cultivares e densidades de semeadura, sendo que a cultivar DKB 214 apresentou resposta quadrática para esta característica (Figura 5).

As cultivares DKB 214 e SWB 551 apresentaram os maiores comprimentos de espigas despalhadas, diferindo estatisticamente entre si apenas nas populações de 65.000 e 95.000 plantas por hectare (Tabela 2).

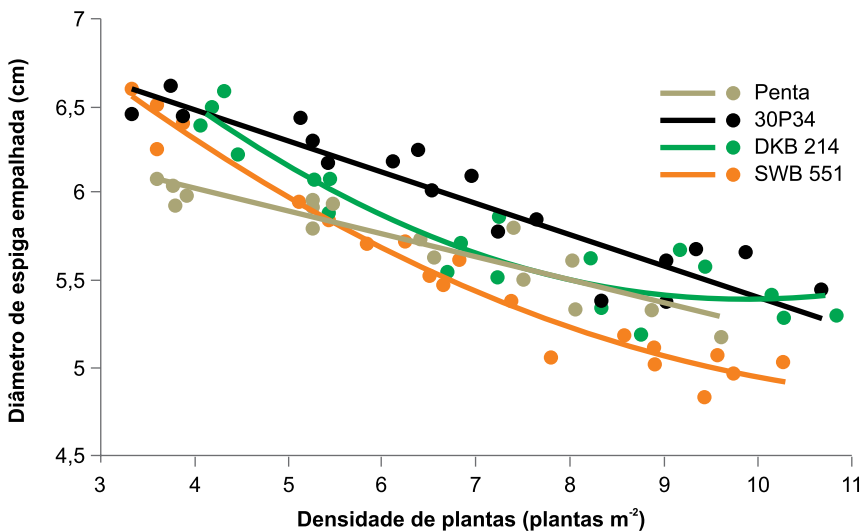
Assim como o comprimento, o diâmetro de espiga também é influenciado pela densidade de plantas, como relatado em vários trabalhos com milho-verde, comum ou de endosperma doce. Normalmente, a elevação do

**Tabela 2.** Comprimento de espiga despalhada de quatro cultivares de milho em cinco densidades de plantas na região de Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006<sup>(1)</sup>.

Cultivar	Comprimento de espiga despalhada (cm)				
	3,5 plantas m <sup>-2</sup>	5,0 plantas m <sup>-2</sup>	6,5 plantas m <sup>-2</sup>	8,0 plantas m <sup>-2</sup>	9,5 plantas m <sup>-2</sup>
Penta	19,69cA	19,51cAB	18,64cBC	18,34bCD	17,70cD
30P34	21,73bA	20,91bB	20,08bC	18,99bD	17,80cE
DKB 214	22,85aA	21,84aB	21,55aB	20,20aC	20,63aC
SWB 551	22,86aA	21,50abB	20,79bB	19,75aC	19,14bC
CV cultivar	2,51%				
CV população	1,77%				

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto às populações e de mesma letra minúscula não diferem entre si quanto às cultivares a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação.

número de plantas por área tende a reduzir o diâmetro de espiga, que por sua vez vai interferir no diâmetro do sabugo e na profundidade de grãos, características importantes demandadas pelo mercado. No trabalho conduzido por Vieira (2007), foi verificado que o diâmetro de espigas empalhadas sofreu interação entre os tratamentos, densidades de plantas e cultivares. O diâmetro de espiga da cultivar 30P34 foi superior ao das demais cultivares nas populações de 50.000 e 65.000 plantas por hectare (Figura 6). Na população 35.000 plantas por hectare, a cultivar Penta apresentou os menores valores de diâmetro de espigas empalhadas, o mesmo acontecendo com a cultivar SWB 551 nas populações de 80.000 e 95.000 plantas por hectare.



$$\text{Penta } \hat{Y} = 6,531 - 0,1288X \quad (p < 0,001; R^2 = 0,836)$$

$$30P34 \hat{Y} = 7,180 - 0,1782X \quad (p < 0,001; R^2 = 0,849)$$

$$\text{DKB 214 } \hat{Y} = 8,386 - 0,6007X + 0,0301X^2 \quad (p < 0,004; R^2 = 0,866)$$

$$\text{SWB 551 } \hat{Y} = 8,043 - 0,5211X + 0,0211X^2 \quad (p < 0,001; R^2 = 0,970)$$

**Figura 6.** Relação entre o diâmetro de espiga empalhada de cultivares de milho e a população de plantas na região de Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006.

Fonte: Vieira (2007).

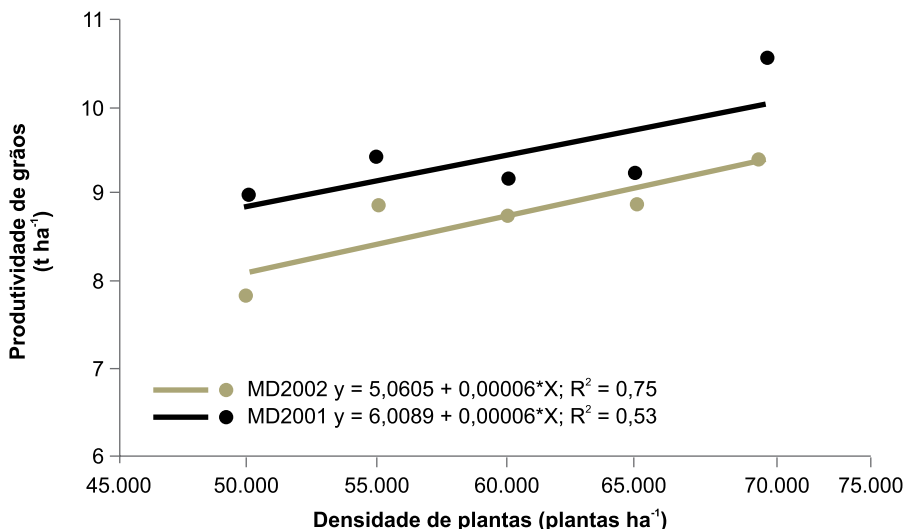
No geral, o aumento na densidade de plantas interfere nos componentes da parte aérea das plantas de milho, proporcionando aumento na altura de planta e inserção de espiga, bem como redução do diâmetro de colmo, o que pode elevar o número de plantas acamadas e quebradas.

## Espaçamento entre linhas

O espaçamento entre linhas é uma variável que está estritamente ligada à densidade de semeadura. Estes dois fatores, quando interagem positivamente, podem gerar maiores rendimentos de espigas por área. A definição do espaçamento e densidade de semeadura ideais para maximizar a produtividade de qualidade do milho-doce é essencial para cada cultivar. A combinação destes três fatores pode influenciar a produção.

Entretanto, é preciso verificar as especificações indicadas pelas empresas de sementes quanto ao espaçamento mais indicado, uma vez que o tamanho de espiga, fator importante na comercialização, é bastante influenciado pelo espaçamento. Barbieri et al. (2005), trabalhando com o híbrido simples MD2001 e um triplo MD2002, ambos superdoce, contendo o alelo *shrunk2 (sh2)*, espaçamento entre linhas (60 cm, 70 cm, 80 cm e 90 cm) e densidade de plantas (50.000, 55.000, 60.000, 65.000 e 70.000 plantas por hectare), analisando os efeitos dos híbridos, espaçamento entre linhas e população de plantas na produtividade de grãos verdes, verificaram também que no híbrido MD2002, no espaçamento de 60 cm entre linhas, a produtividade de grãos verdes aumentou linearmente com o acréscimo da população de plantas em 0,06 kg ha<sup>-1</sup> a cada planta acrescida (Figura 7).

O híbrido MD2001 apresentou maior produtividade de espigas e grãos que o MD2002, entretanto, para o rendimento industrial, o híbrido MD2002 foi superior em todas as populações e espaçamentos estudados (Tabela 3). Esta variável é um importante parâmetro de produção,



**Figura 7.** Produtividade média de grãos do híbrido MD2002 e MD2001 com 60 cm e 70 cm de espaçamento entre linhas, respectivamente, em função de populações de plantas.

Fonte: Barbieri et al. (2005).

**Tabela 3.** Rendimento industrial de híbridos de milho-doce em função da população de plantas e espaçamento entre linhas.

Híbrido	Rendimento industrial (%)				
	50.000 plantas ha <sup>-1</sup>	55.000 plantas ha <sup>-1</sup>	60.000 plantas ha <sup>-1</sup>	65.000 plantas ha <sup>-1</sup>	70.000 plantas ha <sup>-1</sup>
MD 2001	43,62	46,22	43,60	44,54	43,67
MD 2002	47,35	48,58	48,01	49,12	48,19

	60 cm entre linhas	70 cm entre linhas	80 cm entre linhas	90 cm entre linhas
MD 2001	44,98	44,37	43,78	44,20
MD 2002	48,26	47,65	49,01	48,08

Fonte: Barbieri et al. (2005).

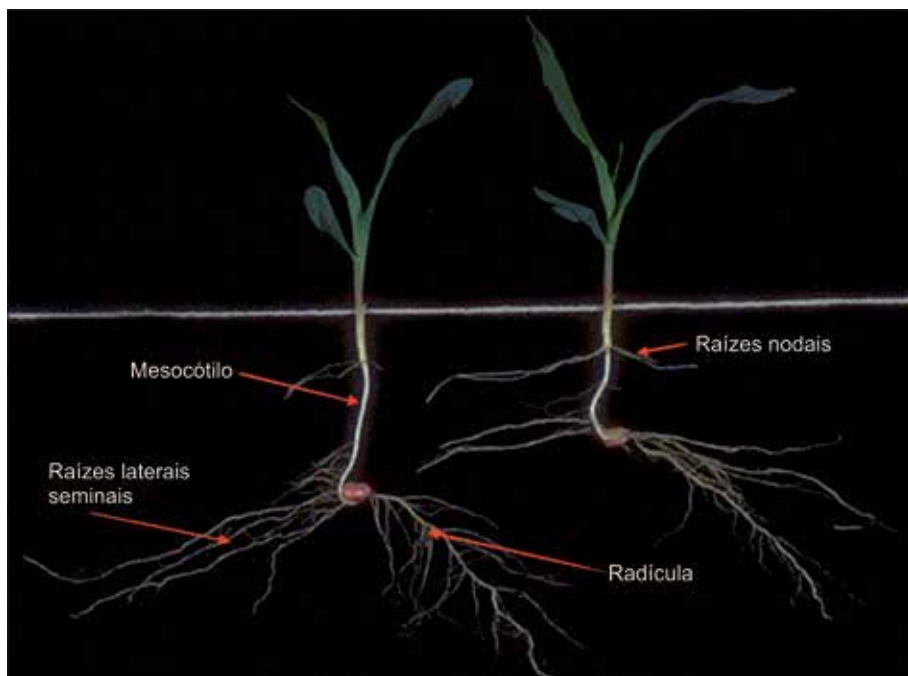
fundamental na escolha do híbrido de maior rentabilidade (rendimento de grãos aproveitáveis para a indústria) econômica no processamento.

A cultivar de milho MD2002, no geral, apresentou maiores percentagens de rendimento industrial frente às diferentes densidades de plantas e espaçamentos entre linhas.

## Profundidade de plantio

A profundidade de semeadura ou de plantio está condicionada aos fatores temperatura, umidade e tipo de solo. A semente deve ser colocada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. Entretanto, a maior ou menor profundidade de semeadura vai depender do tipo de solo. Em solos mais pesados, com drenagem deficiente ou com fatores que dificultam o alongamento do mesocótilo, e a emergência de plântulas, as sementes devem ser colocadas entre 3 cm e 5 cm de profundidade. Já em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundamente, entre 5 cm e 7 cm de profundidade, para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo (Figura 8).

No Sistema Plantio Direto, onde há sempre um acúmulo de resíduos na superfície do solo, especialmente em regiões mais frias, a cobertura morta pode retardar a emergência, reduzir o estande e, em alguns casos, pode até causar queda no rendimento de grãos ou de espigas quando se trata de milho para consumo verde, dependendo da profundidade em que a semente foi colocada. A Tabela 4 mostra o efeito da profundidade de semeadura sobre a emergência, o vigor e a duração do período de emergência na cultura do milho, seja para grãos, para produção de espigas verdes para o consumo in natura ou para indústria.



**Figura 8.** Profundidades de plantio de milho e sua relação com o sistema radicular definitivo da planta.

Fonte: Adaptado de Ritchie e Hanway (1989).

**Tabela 4.** Percentagem de emergência, vigor e duração do período de germinação de sementes de milho (todos os tipos), em diferentes profundidades.

Efeito	Profundidade das sementes (cm)				
	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
Emergência (%)	100,0	97,5	97,5	80,0	32,5
Vigor <sup>(1)</sup>	3,0	3,0	3,0	2,5	0,7
Duração média do período de germinação (dias)	8,0	10,0	12,0	15,0	18,0

<sup>(1)</sup>Vigor aos 22 dias após semeadura. Notas: 3,0 para o máximo vigor e 0 para vigor mínimo.

Fonte: Adaptado de Fagundes (1975) citado por Bresolin (1993).

Contrário a um senso comum, a profundidade de sementeira tem influência mínima na profundidade do sistema radicular definitivo, que se estabelece logo abaixo da superfície do solo.

## Quantidade de sementes

O número de sementes utilizadas na sementeira é determinado pela população final desejada. A Tabela 5 mostra o número de sementes necessárias por 10 m de sulco, em função da densidade e do espaçamento entre linhas. No cálculo de sementes, são incluídos 20% a mais para compensar perdas relacionadas a percentagem de emergência da semente, a ataque de pragas e doenças, bem como danos mecânicos e déficit hídrico.

**Tabela 5.** Número de sementes por metro linear de sulco para diferentes densidades de sementeira na colheita e nos espaçamentos entre linhas.

População na colheita	Nº semente plantio	Nº sementes por metro linear <sup>(1)</sup>			
		Espaçamento (m)			
		0,50	0,65	0,80	0,90
40.000	44.000	2,2	2,9	3,5	4,0
45.000	49.500	2,5	3,2	4,0	4,5
50.000	55.000	2,8	3,6	4,4	5,0
55.000	60.500	3,0	3,9	4,8	5,4
60.000	66.000	3,3	4,3	5,3	5,9
65.000	71.500	3,6	4,6	5,7	6,4
70.000	77.000	3,9	5,0	5,2	6,9
75.000	82.500	4,1	5,4	6,6	7,4
80.000	88.000	4,4	5,7	7,0	7,9

<sup>(1)</sup> Número de sementes no plantio, com acréscimo de 15%, para compensar perdas no processo de germinação e durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Para uniformizar e facilitar a semeadura, as sementes de milho são classificadas quanto à forma em redondas e chatas, as quais são separadas em diversos tamanhos e comprimentos. Muitos agricultores acreditam que sementes menores ou com formas arredondadas não germinam bem e resultam em menores rendimentos. Entretanto, Andrade et al. (1998) citam trabalhos de vários autores e também comprovam nos seus estudos que o tamanho e a forma das sementes não afetam o rendimento das lavouras de milho (Tabela 6).

Segundo esses autores, a utilização de sementes menores pode acarretar uma economia na quantidade de sementes no plantio de até 44%, em relação às maiores (Tabela 6). Esta economia pode ser bastante relevante na produção de milho-doce, em que algumas cultivares mais especializadas apresentam um alto preço por quilo de sementes. Hoje, a maioria dos produtores de sementes já comercializa o saco com o número de sementes de acordo com a densidade a ser usada (geralmente 60.000 plantas por hectare).

**Tabela 6.** Efeito do tamanho de sementes sobre a produtividade de milho-comum para uma densidade de 50.000 plantas por hectare.

Tamanho das sementes	Semente (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Peneira 24	25	5.945
Peneira 22	20	5.771
Peneira 20	17	5.814
Peneira 18	15	5.665
Peneira 16 Longa	15	5.865
Peneira 14 Redonda	21	6.080

Fonte: Andrade et al. (1998).

## Escalonamento de plantio

O escalonamento é uma prática imprescindível para este tipo de exploração de milho, uma vez que as centrais de abastecimentos e as indústrias exigem o produto basicamente durante todo o ano, e para que o produtor satisfaça esta exigência tem que semear as lavouras (Figura 9) com intervalos de tempo maior ou menor em função da demanda de mercado (PEREIRA FILHO; CRUZ 2003). Portanto, o período de colheita é um fator importante e que deve ser levado em conta na escolha da cultivar a ser utilizada para a produção de milho-doce. Ele desempenha um papel importante na hora da comercialização, sendo chave no momento da decisão de iniciar a colheita. Cultivar com período curto de campo necessita de agilidade na colheita e escalonamento de semeadura mais rigoroso. Para cultivares com período de colheita mais amplo, a comercialização de espigas pode estender-se por mais de uma semana. Segundo Silva e Paterniani (1986), o período de

Foto: Israel A. P. Filho



**Figura 9.** Lavoura de milho BRS Vivi em ponto de colheita.

colheita do milho-verde varia de 5 a 8 dias, de acordo com as características da cultivar e com as condições climáticas.

Observa-se pelos dados da Tabela 7 que as cultivares utilizadas podem ser divididas em dois grupos quanto ao período de colheita. No primeiro, o período é bastante curto, apenas 3 dias, sendo menor do que o indicado por Silva e Paterniani (1986), e englobam as cultivares Penta e DKB 214. O segundo grupo é formado pelas cultivares 30P34 e SWB 551 que apresentam espigas aptas para colheita e comercialização por até 6 dias.

**Tabela 7.** Período de colheita de quatro cultivares de milho em cinco densidades de plantas. Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006.

Cultivar	Período de colheita (dias)				
	População (plantas m <sup>-2</sup> )				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	3	3	3	3	3
30P34	6	6	6	6	6
DKB 214	3	3	3	3	3
SWB 551	6	6	6	6	6

Fonte: Vieira (2007).

Em relação ao escalonamento, a cultivar Penta poderia reduzir de 5 a 6 dias a colheita. Para que o escalonamento seja bem planejado é preciso conhecer bem a demanda de mercado, a cultivar que está sendo utilizada e saber o ponto ideal de colheita, ou seja, quando os grãos do terço médio da espiga apresentam-se no estágio de R3, também conhecido como estágio pastoso. O período de colheita normalmente se define contando-se os dias a partir da data em que os grãos atingem o estágio de R3 até a data em que os grãos adquiram consistência firme, ao redor de 70% a 75% de umidade.

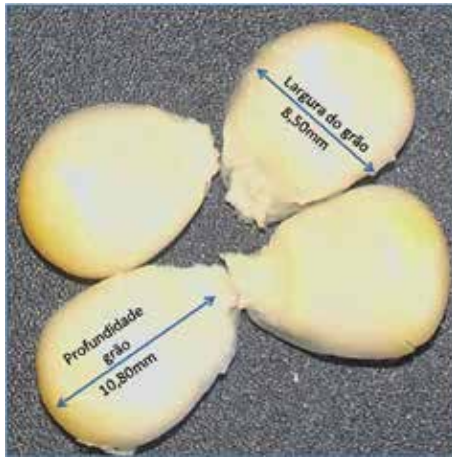
## Profundidade e largura de grãos

A profundidade e largura de grãos é uma característica importante na escolha da cultivar de milho-doce (Figura 10). Esta característica é citada pelos autores Fornasieri Filho et al. (1988) e Pereira Filho e Cruz (2003)

como um requisito básico para boa aceitação no mercado consumidor e para a indústria de conservas alimentícias.

Segundo Magalhães e Jones (1990a, 1990b), o potencial genético para o tamanho do grão e o potencial em acomodar fotoassimilados são provavelmente determinados pelo número de células do endosperma, e podem ser controlados pelas condições prevalentes no meio.

Foto: Israel A. P. Filho



**Figura 10.** Profundidade e largura médias ideais para o grão de milho-doce.

Vieira (2007) verificou que as cultivares Penta e DKB214 apresentaram redução linear da profundidade de grãos, enquanto a DKB 214 e a SWB 551 apresentaram resposta quadrática, havendo, assim, interação entre as cultivares e as população de plantas testadas. Essas diferentes respostas das cultivares demonstram que a profundidade de grãos em diferentes densidades de cultivo depende de características genéticas de cada planta. Dentre essas características, Maddonni et al. (1998) observaram que híbridos de milho-doce com grãos menores e maior número de grãos dependem mais da mobilização de reservas do que híbridos com grãos maiores e menor número de grãos.

Barbieri et al. (2005), trabalhando com as cultivares de milho-doce MD2001 e MD 2002, em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantio, verificaram decréscimo na profundidade e largura de grãos com o aumento da população de plantas.

Comparando-se o índice de correlação entre a população final e a profundidade de grãos ( $r = -0,868$ ;  $p < 0,001$ ) e entre a população final e o número de grãos por fileira ( $r = -0,701$ ;  $p < 0,001$ ), observa-se que o efeito de estresse populacional foi maior na supressão do desenvolvimento dos grãos do que no abortamento dos grãos da ponta da espiga. Isso indica grande competição interna por fotoassimilados, levando ao menor enchimento dos grãos da base da espiga e possivelmente à posterior paralisação no enchimento dos grãos da ponta da espiga (VIEIRA, 2007). A Tabela 8 evidencia que a profundidade de grãos pelo estresse populacional depende de características genéticas da planta.

**Tabela 8.** Profundidade de grãos, de quatro cultivares de milho-verde comum em cinco densidades de plantas na região de Ponta Grossa, PR. Ano agrícola 2005/2006<sup>(1)</sup>.

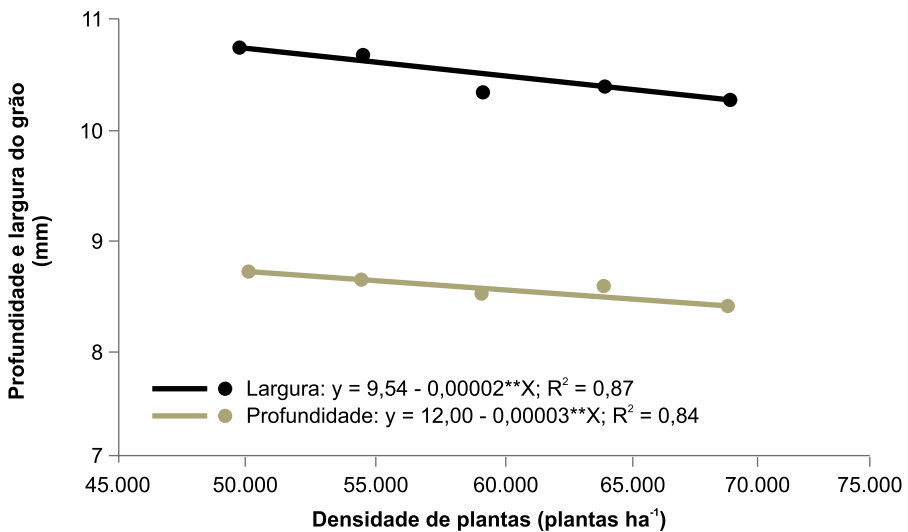
Cultivar	Profundidade de grãos (cm)				
	População (plantas m <sup>-2</sup> )				
	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5
Penta	0,96abA	0,94aA	0,83aB	0,80aBC	0,74aC
30P34	0,95abA	0,85bB	0,80aBC	0,76abCD	0,70aD
DKB 214	0,90bA	0,83bAB	0,78aBC	0,71bC	0,72aC
SWB 551	1,01aA	0,84bB	0,79aB	0,69bC	0,67aC
CV cultivar	7,42%				
CV população	4,75%				

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas não diferem entre si em relação às densidades de plantas e, letras maiúsculas não diferem entre si quanto às cultivares utilizadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CV: coeficiente de variação.

Fonte: Vieira (2007).

Segundo Barbieri et al. (2005), houve decréscimo na profundidade e largura de grãos com o aumento da população de plantas (Figura 11). A cada 1.000 plantas acrescidas, reduziram-se em 0,03 mm e 0,02 mm a profundidade e largura de grãos, respectivamente. A interferência negativa do adensamento populacional na profundidade de grãos indica a necessidade de se trabalhar com menores densidade ou com híbridos que apresentam grãos mais profundos, com o objetivo de obter-se maior flexibilidade na definição da população de plantas necessárias à maior produtividade de espigas, sem, contudo, afetar a uniformidade e eficiência de corte dos grãos pela redução da profundidade.



**Figura 11.** Profundidade e largura de grãos de milho-doce em função de densidade de plantas. Uberlândia, Syngenta Seeds, 2003.

Fonte: Barbieri et al. (2005).

A profundidade de grãos apresentou maior correlação com o diâmetro de espigas empalhadas ( $r = 0,835$ ;  $p < 0,001$ ) e despalhadas ( $r = 0,844$ ;  $p < 0,001$ ) do que as características número de fileiras (diâmetro de espiga

empalhada:  $r = 0,235$ ;  $p = 0,036$ ) (diâmetro de espiga despalhada:  $r = 0,380$ ;  $p = 0,001$ ) e número de brácteas (diâmetro de espiga empalhada:  $r = 0,366$ ;  $p = 0,001$ ) (diâmetro de espiga despalhada:  $r = 0,260$ ;  $p = 0,02$ ), mostrando sua íntima relação com o desenvolvimento da espiga. Dessa maneira, uma espiga, para ser mais atraente do ponto de vista do diâmetro, necessita de grãos suficientemente supridos com fotoassimilados e não necessariamente de espigas com maior número de fileiras.

O rendimento industrial e a profundidade de grãos (comprimento do grão) foi altamente significativo, pois apresentou correlação ( $r = 0,78$ ) ao nível de 1% de probabilidade. Este resultado, segundo Souza (2007), coloca a profundidade de grãos como um dos principais componentes na obtenção de elevados rendimentos industriais, sinalizando a necessidade de seleção, para esta característica, nos programas de melhoramento de milho-doce. Isto pode ser explicado, uma vez que a maior profundidade promove uma uniformidade no corte dos grãos, resultando em maior aproveitamento.

## Referências

- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 23-29, 2000.
- ANDRADE, R. V. de; ANDREOLI, C.; NETTO, D. A. M. **Efeito do tamanho e da forma da semente na produtividade do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. 19 p. (Embrapa-CNPMS. Boletim de pesquisa, 3).
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, 2005.

BRESOLIN, M. A semeadura do milho no RS. In: BRESOLIN, M. (Coord.). **Contribuições a cultura do milho para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre Fundação de Ciência e Tecnologia, 1993. p. 44-69.

FORNASIERE FILHO, D. ; CASTELLANE, P. D.; DECARO, S. Competição de cultivares de milho doce na região de Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 20-22, 1988.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. **Crop ecology**: productivity and management in agricultural systems. Melbourne: Cambridge, 1992. 538 p.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E.; BONHOMME, R. Grain yield components in maize II. Postsilking growth and kernel weight. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 56, p. 257-264, 1998.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1747-1754, dez. 1990a.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1755-1761, dez. 1990b.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Colheita, transporte e comercialização. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap.11, p. 183-194.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension, 1989. 21 p. (Special Report, 48).

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHIMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANGOI, L.; LECH, U.; RAMPAZZO, C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 259-267, 2002.

SANGOI, L.; SALVADOR, R. J. Influence of plant height and leaf number on maize production at high plant densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 297-306, 1998.

SILVA, P. S. L.; PATERNIANI, E. Produtividade de “milho verde” e de grãos de cultivares de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, p. 707-712, 1986.

SEMENTES AGROCERS. Época de plantio. Disponível em: <<http://www.sementesagrocers.com.br/? Page id = 94>>. Acesso em: 15 out. 2015.

SILVA, P. R. F.; PIANA, A. T.; MAASS, L. B.; SERPA, M. S.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 1, p. 48-57, 2010.

SOUZA, R. S. de; MARQUES, O. J.; QUEIROZ, D. C.; TAVORE, R. V.; VIDIGAL FILHO, P. S. Produtividade de milho doce sob crescentes densidades de semeadura. In: ENCONTRO INTERNACIONAL PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2011, Maringá. **Anais eletrônico**. Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2011.

VIEIRA, M. A. **Cultivares e população de plantas na produção de milho verde**. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.



## Capítulo 5

---

# Manejo da irrigação do milho-doce

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque



## Introdução

A água na cultura do milho-doce não pode ser fator limitante à sua produção, por isso pode-se dizer que a irrigação para essa cultura é viável economicamente por gerar um produto final com preço de venda favorável. Além disso, a irrigação possibilita a minimização de riscos e gera estabilidade de rendimento (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Considerando a irrigação como um complemento tecnológico para obtenção de altas produtividades, bem como seu alto custo, não se deve esperar redução de produção em razão de deficiência ou excesso de água. Assim, após a implantação da cultura do milho-doce, o produtor necessita ser orientado para que possa obter o máximo rendimento e melhor qualidade do produto. Essa orientação técnica passa pela seleção e pelo dimensionamento do sistema de irrigação e, posteriormente, pelo seu manejo, que significa estabelecer lâminas de água e o momento de aplicá-las.

De modo geral, o milho é uma cultura que demanda muita água, mas também é uma das mais eficientes no seu uso, ou seja, produz um grande acúmulo de matéria seca por unidade de água absorvida. Diferentemente do milho comum, o milho-doce para ser enlatado industrialmente não fecha o seu ciclo fenológico no momento da colheita, o que requer menor consumo hídrico total. Dependendo das condições climáticas, a lâmina de água total consumida pelo milho-doce varia de 370 mm a 470 mm (ALBUQUERQUE, 2003) ou até um pouco mais.

As fases mais críticas à deficiência de água na cultura do milho-doce são, em ordem decrescente, o florescimento (embonecamento), enchimento de grãos e desenvolvimento vegetativo (MUSEK; DUSER, 1980). Déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20% a

30%; no embonecamento, em 40% a 50%; e após, em 10% a 20%; porém, a extensão desse período de déficit também é importante (REICHARDT, 1987).

## Métodos de irrigação

Há uma diversidade de métodos de irrigação que, potencialmente, podem ser utilizados na cultura do milho-doce (ANDRADE; BRITO, 2006). A seleção do método deve seguir critérios técnicos e econômicos, levando-se em consideração as condições de clima, solo, topografia, fonte e disponibilidade de água e de energia na propriedade, além do interesse pessoal do agricultor.

O sistema pivô central é o mais utilizado na cultura do milho-doce entre os produtores médios e grandes, sendo o sistema de aspersão convencional o mais comum entre pequenos produtores. Recentemente, em algumas regiões, tem sido estimulado, através de doação de equipamentos, o uso da irrigação por gotejamento na produção de milho-doce entre pequenos produtores.

## Requerimento de água e conceitos

A necessidade da água de uma cultura pode ser conceituada como a água necessária para repor as perdas causadas pela evaporação da água diretamente da superfície do solo e as perdas em razão da transpiração através das folhas das plantas. A combinação desses dois fatores é chamada de evapotranspiração da cultura (ETc).

A parcela de água constituinte dos tecidos vegetais é insignificante em relação à água transpirada pela cultura e, geralmente, a água

transpirada pelas plantas invasoras presentes na área de cultivo é considerada como parte da evaporação da água do solo.

Quando a cultura está no início, com pouco desenvolvimento vegetativo, a água é predominantemente perdida pela evaporação do solo, mas, a partir do momento em que a cultura cobre completamente a superfície, a transpiração passa a ser o processo mais importante (ALLEN et al., 1998). Uma forma de mitigar a evaporação da água do solo no início do ciclo da cultura é utilizar o plantio direto na palha, que pode reduzir substancialmente a perda da água do solo, além de outros benefícios que essa técnica traz à cultura.

## Evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ )

Como já relatado, a necessidade hídrica de uma cultura pode ser baseada em sua evapotranspiração potencial ou máxima ( $ET_c$ ) e expressa, normalmente, em milímetros por dia. Em situação prática, a  $ET_c$  é relacionada à evapotranspiração de uma cultura de referência ( $ET_o$ ), que é uma cultura hipotética, semelhante à grama, com uma altura uniforme de 12 cm, resistência do dossel da cultura de  $70 \text{ s m}^{-1}$  e albedo de 0,23, em pleno crescimento, sem deficiência de água e sem sofrer danos por pragas ou doenças, de modo a simplificar o processo de estimar a  $ET_c$ . Então, a  $ET_c$  pode ser obtida pela Equação 1:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (1)$$

onde:

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura do milho-doce ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

$K_c$  = coeficiente da cultura do milho

$ET_o$  = evapotranspiração da cultura de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ ).

Com base nos dados meteorológicos disponíveis, seleciona-se um método para o cálculo da  $ET_0$ . Na literatura especializada, encontra-se a descrição de alguns métodos para estimar a  $ET_0$ . Também muito utilizado é o tanque de evaporação Classe A (ALLEN et al., 1998).

## Coeficiente de cultura ( $K_c$ )

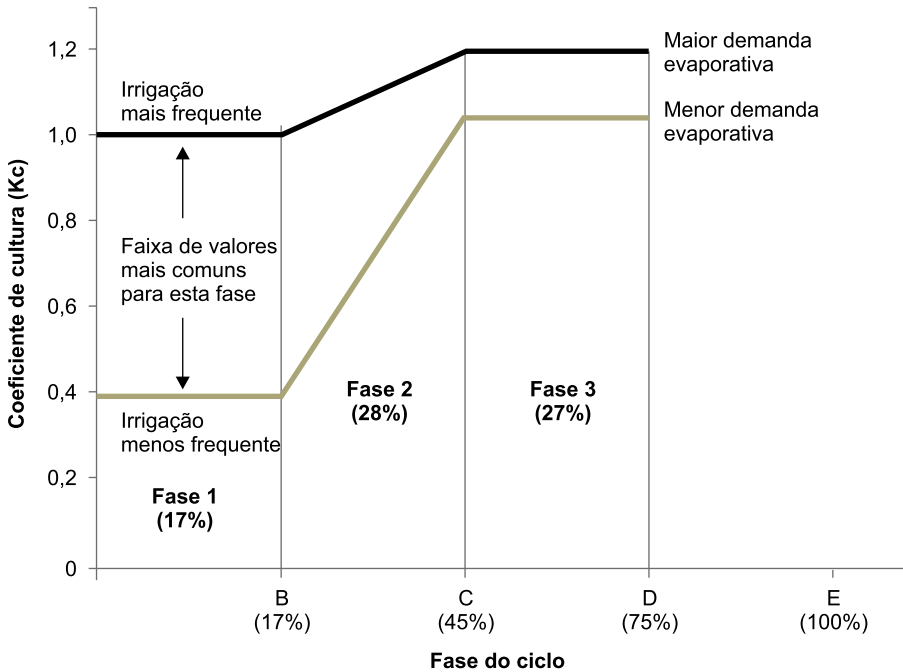
Os valores do coeficiente de cultura ( $K_c$ ) do milho-doce são influenciados pelas características da variedade ou da cultivar empregada, pela época de semeadura, pelo estágio de desenvolvimento da cultura e pelas condições gerais de clima (Tabela 1). O milho-doce, por ser uma cultura de ciclo curto ou anual e que não completa todo o seu ciclo fenológico, pode ter o seu estágio de desenvolvimento dividido em três fases, para efeito do estudo da evolução dos valores de  $K_c$  ao longo do tempo.

A evolução dos valores de  $K_c$  do milho-doce com o tempo pode ser visualizada de acordo com o gráfico apresentado na Figura 1.

Segundo dados adaptados de Allen et al. (1998), para diversas regiões do mundo, a duração do ciclo fenológico do milho comum para produção de grãos varia de 120 a 180 dias, cujas fases 1, 2, 3 e 4 correspondem a 17%, 28%, 33% e 22%, respectivamente, do ciclo total. No entanto, o milho-doce é colhido na fase 3, ou seja, de grão leitoso a pastoso, o que corresponde a cerca de 75% do ciclo fenológico do milho comum.

De acordo com a Figura 1, o valor de  $K_c$  na fase 1 ( $K_{c_1}$ ) é constante e é influenciado significativamente pela frequência de irrigação nessa fase, quando o preparo do solo é convencional (aração e gradagem, mantendo-se o solo nu). Em condição de preparo do solo como plantio direto na palhada recomenda-se que os valores de  $K_{c_1}$  (Tabela 1) sejam reduzidos para 0,40 a 0,50, mantendo-se as irrigações menos frequentes. Também o

valor de  $Kc_3$  é constante, sendo mais influenciado pela demanda evaporativa predominante. Os valores assumidos para a fase 2 variam linearmente entre os valores das fases 1 e 3, como está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Coeficientes de cultura,  $Kc$ , em função das fases do ciclo de desenvolvimento do milho-doce.

Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998).

## Coeficiente de disponibilidade ou de depleção ( $f$ )

A água disponível no solo (CAD) depende da textura e da estrutura do solo, portanto, é variável com o tipo de solo. Apesar de o conceito de

CAD definir que toda a água em sua faixa está disponível para a planta, na realidade a água é mais facilmente disponível quando está próxima da capacidade de campo (CC).

Em virtude desse maior grau de dificuldade de extração da água pelas plantas em potenciais menores (mais negativos), é que se definiu o termo água facilmente disponível (AFD), de modo que esta é usada no lugar da CAD para que o conteúdo de água no solo não se aproxime muito do ponto de murcha permanente (PMP). Por isso, a depender da cultura, das condições de clima e do solo, é estabelecido um coeficiente de disponibilidade ou de depleção ( $f$ ), que é multiplicado pela CAD ( $f \times CAD$ ), gerando desse produto a AFD. O coeficiente  $f$  é adimensional, varia entre 0 e 1, ele estabelece o limite inferior da água no solo em que não haverá perda de rendimento da cultura proveniente da demanda evaporativa. Assim, maior demanda evaporativa normalmente exigirá menores valores de  $f$  e vice-versa. Para as condições de demanda evaporativa constantes na Tabela 1, os valores de  $f$  podem ser de 0,75; 0,60; 0,50 e 0,40 para baixa, moderada, alta e muito alta demanda, respectivamente.

É importante manter, no final da fase 3, ocasião em que se inicia a colheita das espigas, o solo com maior conteúdo de água, independentemente da demanda evaporativa nesse período, para que as plantas permaneçam sempre túrgidas, favorecendo o prolongamento do espaço de tempo de plantas que tenham espigas com grãos leitosos/pastosos. Por isso, deve-se deixar, logo no início da colheita, o valor de  $f$  em torno de 0,30, até que se termine toda a colheita (ALBUQUERQUE, 2003).

## Água disponível no solo (CAD)

Além de outras importantes funções que o solo desempenha no sistema agrícola, é também o reservatório de água para as plantas. A água

**Tabela 1.** Valores do coeficiente de cultura (kc) para as fases<sup>(1)</sup> do ciclo de desenvolvimento do milho-doce, de acordo com a demanda evaporativa dominante.

Demanda evaporativa dominante <sup>(2)</sup>	TI <sup>(3)</sup> na fase 1 (dias)	Kc <sub>1</sub>	Kc <sub>2</sub>	Kc <sub>3</sub>
<b>Baixa</b> ETo < 2,5 mm dia <sup>-1</sup>	1	1,10	1,10 a 1,14	1,14
	2	1,03	1,03 a 1,14	
	3	0,95	0,95 a 1,14	
	4	0,88	0,88 a 1,14	
	5	0,80	0,80 a 1,14	
	6	0,73	0,73 a 1,14	
<b>Moderada</b> 2,5 mm dia <sup>-1</sup> < ETo < 5,0 mm dia <sup>-1</sup>	1	1,00	1,00 a 1,23	1,23
	2	0,91	0,91 a 1,23	
	3	0,83	0,83 a 1,23	
	4	0,75	0,75 a 1,23	
	5	0,66	0,66 a 1,23	
	6	0,58	0,58 a 1,23	
<b>Alta</b> 5,0 mm dia <sup>-1</sup> < ETo < 7,5 mm dia <sup>-1</sup>	1	0,87	0,87 a 1,29	1,29
	2	0,78	0,78 a 1,29	
	3	0,70	0,70 a 1,29	
	4	0,62	0,62 a 1,29	
	5	0,53	0,53 a 1,29	
	6	0,45	0,45 a 1,29	
<b>Muito alta</b> ETo > 7,5 mm dia <sup>-1</sup>	1	0,82	0,82 a 1,36	1,36
	2	0,73	0,73 a 1,36	
	3	0,65	0,65 a 1,36	
	4	0,57	0,57 a 1,36	
	5	0,48	0,48 a 1,36	
	6	0,40	0,40 a 1,36	

<sup>(1)</sup> Fases do ciclo de desenvolvimento de acordo com a Figura 1. <sup>(2)</sup> Segundo as faixas da evapotranspiração de referência (ETo). <sup>(3)</sup> Turno de irrigação.

Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998).

total disponível (CAD) no solo, que pode ser absorvida pela planta, é definida como a água contida no solo que está entre a umidade da capacidade de campo (CC – ou limite superior da água disponível) e a umidade do ponto de murcha permanente (PMP – ou limite inferior da água disponível). Verificou-se que, na maioria dos solos e na maioria das situações, o solo se encontra na CC quando o potencial matricial da água ( $\psi_m$ ) contida nele oscilar na faixa entre -10 kPa (solos arenosos e latossolos em geral) e -30 kPa (solos argilosos). Também foi verificado que o valor desse potencial para o PMP é de -1.500 kPa. Em laboratório, tanto CC quanto PMP podem ser determinados com o mesmo equipamento utilizado para determinar a curva de retenção.

Os valores da CAD podem variar de 0,2 mm até próximo de 2,5 mm de água para cada centímetro de profundidade de solo (de 2% a 25% de capacidade volumétrica), dependendo da textura do solo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores de referência para água disponível (CAD) para solos de diferentes texturas.

Textura do solo	Água disponível (CAD) (mm cm <sup>-1</sup> de solo)
Grossa	0,2 a 0,5
Moderadamente grossa	0,5 a 1,0
Média	1,0 a 1,5
Moderadamente fina	1,5 a 2,3
Fina	1,3 a 1,8

Fonte: Dados adaptados de Reichardt (1987).

## Profundidade efetiva do sistema radicular (Z)

A profundidade efetiva do sistema radicular (Z) para o milho-doce pode variar entre 40 cm e 50 cm, entretanto, dependendo das circunstâncias, impedimentos no solo de ordem física e/ou química podem alterar

esses valores a menor. Por outro lado, ações para aprofundar o sistema radicular do milho podem provocar benefícios, aumentando-se o  $Z$ . Portanto, é preferível que se realize teste em campo, para que se possa encontrar o valor mais compatível com a realidade local.

É claro que, na fase inicial, o sistema radicular vai se desenvolvendo a partir da profundidade de semeadura até atingir o seu pleno desenvolvimento, que deve ocorrer no término da fase 2. Pode ser considerado que o seu desenvolvimento é linear a partir da profundidade de semeadura, até atingir o seu pico no início da fase 3.

### Lâmina de água armazenada no solo e turno de irrigação

A lâmina de água que fica armazenada no solo ( $Arm$ ) e que pode se tornar disponível à planta é a água facilmente disponível ( $AFD$ ) limitada à profundidade efetiva do sistema radicular da planta, cuja equação pode ser assim representada:

$$Arm = AFD \times Z \quad (2)$$

onde:

$Arm$  = lâmina de água armazenada no solo que é usada para suprir a cultura (mm)

$AFD$  = água facilmente disponível no solo (mm de água  $\text{cm}^{-1}$  de solo)

$Z$  = profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Para o milho-doce, o valor de  $Z$  na Equação 2 varia a partir da profundidade de semeadura até o valor de 40 cm a 50 cm, conforme discutido anteriormente.

Conhecendo-se a necessidade de água para qualquer período do ciclo da cultura, que pode ser obtida pela Equação 1, e o armazenamento de água no solo (Equação 2), rapidamente pode-se obter o turno de irrigação (intervalo entre irrigações) para o período considerado, a partir da relação:

$$TI = ARm/Etc \quad (3)$$

onde:

$TI$  = turno de irrigação (dias)

$Arm$  = lâmina de água armazenada no solo disponível à cultura (mm)

$Etc$  = evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

## Manejo de irrigação

O manejo da irrigação da cultura do milho-doce nada mais é do que estabelecer o momento correto de aplicar água e a sua respectiva lâmina, ou seja, quando e quanto aplicar. Vários critérios podem ser adotados para o manejo da irrigação. Aqui serão discutidos sucintamente os mais comuns e que são de uso mais prático nas condições atuais. Mais detalhes poderão ser obtidos com a cultura do milho comum, na literatura especializada (ANDRADE; ALBUQUERQUE, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2011; ALBUQUERQUE, 2003).

## Uso das características físico-hídricas do solo e da estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc)

O turno de rega ou de irrigação ( $TI$ ) é normalmente variável, de acordo com a variabilidade temporal da evapotranspiração da cultura ( $ETc$ ).

Entretanto, um critério de manejo de irrigação com o  $TI$  variável, apesar de ser o ideal, muitas vezes torna-se de difícil operacionalidade em condição prática.

Na adoção de um  $TI$  fixo, parte-se do pressuposto que a  $ETc$  diária possui um valor constante, que pode ser obtido pela média diária prevista para todo o período de desenvolvimento da cultura ou pelo valor crítico estabelecido no dimensionamento do sistema de irrigação. Entretanto, estes são valores que não retratam o dia a dia da  $ETc$  da cultura no campo. O que se recomenda é que se adote um  $TI$  fixo para cada uma das três fases relatadas no item referente à seleção do coeficiente de cultura (Figura 1), de modo que tornar-se-á necessário que se considere a  $ETc$  média diária reinante em cada uma dessas fases. Este critério normalmente é empregado quando se trabalha com dados históricos (de no mínimo 15 anos) da evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) para o local do cultivo. Dessa forma, o turno de irrigação ( $TI$ ) é determinado pela Equação 3 e a lâmina líquida ( $LL$ ), para cada uma das três fases do ciclo do milho, é dada por:

$$LL = TI \times Etc \quad (4)$$

onde:

$LL$  = lâmina líquida de irrigação da fase correspondente (mm)

$TI$  = turno de irrigação da fase correspondente (dias)

$ETc$  = evapotranspiração da cultura da fase correspondente – Equação 1 (mm dia<sup>-1</sup>).

## Sensores para monitoramento do potencial ou da umidade do solo

Os equipamentos que possuem sensores que monitoram o potencial matricial (tensiômetros e blocos de resistência elétrica) e o conteúdo de

água no solo (TDR, FDR) podem ser empregados também para se fazer o manejo de irrigação. O tensiômetro funciona adequadamente na faixa de potencial de 0 a -80 kPa, o que não representa grande problema, porque a maior parte da água facilmente disponível (AFD) dos solos usados em agricultura está retida dentro dessa faixa de potencial. Quando há necessidade de se extrapolar essa faixa (potenciais < -80 kPa), podem-se empregar os blocos de resistência elétrica, mas há necessidade da calibração desses para cada tipo de solo. Em ambos os casos, haverá a necessidade também da obtenção da curva de retenção do solo, ou pelo menos das umidades na capacidade de campo (CC), no ponto de murcha permanente (PMP) e do potencial de referência para se fazer a irrigação ( $\Psi_{ir}$ ).

Para o caso do milho-doce, o potencial de referência para se efetuar a irrigação ( $\Psi_{ir}$ ) é variável de acordo com o clima local e a época de plantio. Porém, de um modo geral, para garantir que as plantas não se submetam a estresses hídricos severos, pode-se considerar o  $\Psi_{ir}$  em torno de -70 kPa. É claro que cada caso deve ser estudado em suas condições peculiares. Estudos indicam o potencial de -70 kPa em condições de verão no Cerrado e em qualquer época no Semiárido e de -300 kPa no inverno no Cerrado. As medições do potencial ou da umidade devem ser feitas em pelo menos três a quatro pontos representativos da área cultivada e no mínimo a duas profundidades: uma na zona de máxima atividade radicular (ponto A – que corresponde aproximadamente à região mediana da profundidade efetiva do sistema radicular, para a cultura em seu máximo desenvolvimento) e outra nas proximidades da parte inferior da zona radicular (ponto B). No caso do milho-doce, o que pode ser considerado, quando só se dispuser de equipamento para monitorar o potencial ou a umidade do solo, é que se realizem irrigações frequentes (turno de irrigação de 1 ou 2 dias) até os 15 dias após a semeadura (DAS) e de 15 a 30 DAS se instalem os sensores a 10 cm (ponto A) e 20 cm de profundidade (ponto B). Após os 30 DAS, os sensores são aprofundados para 20 cm (ponto A) e 40 cm (ponto B).

No período da colheita, o potencial deve ser mantido mais elevado, ou seja, o solo com maior conteúdo de água, independentemente da demanda evaporativa nesse período, para que as plantas permaneçam sempre túrgidas, favorecendo o prolongamento do espaço de tempo de plantas que tenham espigas com grãos leitosos/pastosos. Por isso, deve-se deixar, logo no início da colheita, o valor do potencial em torno de -20kPa a -30 kPa, até que se termine toda a colheita.

As medições no ponto A são as que devem ser utilizadas para definir o momento da irrigação e as no ponto B servem para se verificar se a irrigação foi realizada em excesso com risco de lixiviação de solutos.

Controlando-se a irrigação através desses sensores instalados no solo, o momento de irrigar fica completamente independente do estabelecimento prévio de turnos de irrigação. Contudo, deve-se acompanhar o desenvolvimento do sistema radicular, para determinar a zona ativa das raízes (Z) e considerar a leitura do potencial ou da umidade feita no ponto médio dessa profundidade como a indicadora de quando irrigar.

Usando-se este método como manejo de irrigação, a lâmina líquida de irrigação por fase da cultura (LL) é dada por:

$$LL = (cc - U_{ir}) / 10 \times d \times Z \quad (5)$$

onde:

$LL$  = lâmina líquida de irrigação (mm)

$CC$  = umidade do solo na capacidade de campo (% peso)

$U_{ir}$  = umidade do solo no ponto A correspondente ao potencial referente ao momento de se efetuar a irrigação ( $\Psi_{ir} = -70$  kPa) (% peso)

$d$  = densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )

$Z$  = profundidade efetiva do sistema radicular na fase correspondente (cm)

10 = constante necessária para conversão de unidades.

Quando se utilizam instrumentos que medem apenas o potencial matricial (como o tensiômetro), é necessário converter o valor de  $\Psi_{ir}$  em  $U_{ir}$  através da curva de retenção do solo.

## Irrigação do dia do plantio

É recomendável que a irrigação do dia do plantio ou da semeadura se faça de modo a umedecer uma profundidade de solo preestabelecida até a capacidade de campo. Essa camada de solo a considerar deverá ser de no mínimo a profundidade máxima efetiva do sistema radicular anteriormente discutida, ou seja, 40 cm a 50 cm. Assim, nas Equações 2 ou 5 utiliza-se o valor de  $Z = 40$  cm ou 50 cm, por exemplo.

Logo após o plantio, a semente necessitará de umidade no solo para iniciar o processo de germinação ou de desenvolvimento. A reserva de água no solo necessária à germinação se limita à profundidade de semeadura ( $Z_0$ ) e um pouco além dela. Portanto, é de fundamental importância manter o solo sempre úmido nesse período de pré-emergência. A maior perda de água pelo solo nesse período é devida à evaporação pela sua superfície.

## Lâmina bruta de irrigação (LB)

A lâmina bruta de irrigação ( $LB$ ) é baseada na lâmina líquida de irrigação ( $LL$ ), eficiências do sistema e na necessidade de lâminas extras de lixiviação, para o caso de controle de salinização em áreas propícias. Desse modo, a  $LB$  é dada de forma simplificada por:

$$LB = LL/Ef \tag{6}$$

onde:

$LB$  = lâmina bruta de irrigação (mm)

$LL$  = lâmina líquida de irrigação (mm)

$Ef$  = eficiência de irrigação, em decimal.

A eficiência ( $Ef$ ) representa a porcentagem da água total aplicada à cultura que foi benéficamente utilizada para o uso consuntivo da cultura.  $Ef$  é basicamente uma função da uniformidade de aplicação, mas depende também de perdas menores (escoamento superficial, vazamentos, fluxos na rede e drenagem), perdas inevitáveis (percolação profunda, por causa do padrão de molhamento no solo, e chuva fora de época) e perdas evitáveis (resultantes de programação inadequada).

## Consumo total de água pela cultura

O consumo total de água da cultura do milho-doce varia em função das condições climáticas e da cultivar utilizada. Para a ocorrência de uma condição ideal de evapotranspiração máxima, ou seja, as plantas sem sofrer qualquer tipo de estresse (abiótico ou biótico), os valores aproximados do consumo de água pela cultura, por fase do ciclo fenológico (Figura 1), estão apresentados na Tabela 3, em função de demandas evaporativas baixa, moderada, alta e muito alta.

Os dados da Tabela 3 se prestam para o planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação, mas devem ser utilizados com cautela no manejo da irrigação. Embora os valores de lâmina de água por fase recebidos através de chuva ou de irrigação possam ser considerados adequados em uma região e época de semeadura, sabe-se que o estresse hídrico no período crítico, que é um período menor entre as fases 2 e 3, pode causar quebras consideráveis na produtividade do milho.

**Tabela 3.** Valores aproximados do consumo de água pela cultura do milho-doce (mm), por fase do ciclo fenológico e total, em função da demanda evaporativa.

Demanda evaporativa <sup>(1)</sup>	Consumo de água pela cultura (mm)			
	Fase 1 <sup>(2)</sup>	Fase 2	Fase 3	Total
Baixa	70	130	170	370
Moderada	65	140	210	415
Alta	60	150	240	450
Muito alta	60	165	260	485

<sup>(1)</sup> Demanda evaporativa conforme a Tabela 1.

<sup>(2)</sup> Fases do ciclo fenológico (Figura 1).

Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998) para consumo por fase, segundo a demanda evaporativa.

## Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; MOREIRA, J. A. A.; ANDRADE, C. de L. T. de; BRITO, R. A. L.; GOMIDE, R. L. Irrigação. In: CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Ed.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. cap. 4, p. 53-57.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de. Irrigação. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 89-108.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; ANDRADE, C. de L. T. de. **Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 10).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO irrigation and drainage paper, 56).

ANDRADE, C. de L. T. de; ALBUQUERQUE, P. E. P. Manejo da irrigação. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2015. cap. 8, p. 178-206.

ANDRADE, C. de L. T. de; BRITO, R. A. L. **Métodos de irrigação e quimigação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 17 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 86).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção do milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

MUSEK, J. T.; DUSER, D. A. Irrigated corn yield response to water. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 23, p. 92-104, 1980.

REICHARDT, K. **Água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

## Capítulo 6

---

# Exigências nutricionais e adubação do milho-doce

Antônio Marcos Coelho



## Introdução

Atualmente os sistemas de produção utilizados nas propriedades agrícolas, familiar e empresarial, são bastantes diversificados, envolvendo várias culturas cultivadas em rotação e sucessão, em que o milho nas suas diversas modalidades de uso (produção de grãos, de forragem e de milho-verde) é um importante componente, quer seja de sequeiro ou irrigado. Como exemplo, podemos mencionar o cultivo do milho para produção de espigas verde para o consumo in natura ou industrial, em rotação e/ou sucessão com culturas como o tomate, a batata, a cenoura, etc., com diferentes exigências nutricionais e necessidades de adubação. Essas condições exigem um adequado monitoramento da fertilidade dos solos para o planejamento de adubações balanceadas e econômicas, com aproveitamento do efeito residual das adubações realizadas para as culturas mais exigentes, como o tomate e a batata.

Outro aspecto que assume importância dentro destes sistemas é a exportação e a ciclagem dos nutrientes pelas diferentes culturas. Por exemplo, quando se cultiva milho para produção de espigas verde, duas situações ocorrem: a) quando se colhem as espigas, e o resto da planta permanece na área, para posterior incorporação ou como cobertura do solo no sistema plantio direto; e b) faz-se referência à exportação das espigas, com o restante da planta sendo utilizado para outra finalidade, por exemplo, forragem (planta e espigas refugo) para alimentação animal.

## Fertilidade do solo

As recomendações de adubação devem ser feitas com base na análise do solo, pois é através das amostragens dele que se transferem as recomendações para o uso dos insumos: corretivos (calcário, escórias de siderurgia

e outros) e fertilizantes (macro e micronutrientes). Através da análise do solo procura-se determinar as prováveis limitações que as plantas poderão sofrer durante o seu ciclo vegetativo e com isto identificar os insumos a serem aplicados de maneira mais econômica ao sistema solo-planta.

Existe uma série de recomendações práticas sobre a amostragem do solo, como separar a área em glebas de 10 ha homogêneas quanto a vegetação, relevo, solo (cor, textura), histórico agrícola, drenagem, etc. De um modo geral, recomenda-se retirar 20 amostras simples por gleba, em ziguezague, obedecendo-se a profundidade de camada arável (0-20 cm). Destas amostras simples, fazer a amostra composta, retirar aproximadamente 500 g para o envio ao laboratório devidamente embalada e identificada. Outro sistema de amostragem que pode ser utilizado é o sistematizado, utilizando o desenho em grid ou malhas, cujas dimensões variam de acordo com a precisão desejada e custos. Normalmente os grids podem variar de um mínimo de 2 ha a um máximo de 10 ha.

Quanto maior o número de amostras simples por amostra composta, menor variabilidade em torno da média, e mais confiável é o resultado analítico. Enquanto o solo não recebe adubação alguma, as especificações para a amostragem minimizam o uso de variação natural dos elementos. Após as adubações convencionais no sulco de plantio, há aumento da heterogeneidade do terreno. Neste caso, a quantidade de amostras simples retiradas nas entre linhas e nos sulcos de plantio irá determinar a fertilidade do solo amostrado.

Para exemplificar a interpretação de resultados de análises de solo e de sua capacidade potencial de suprimento de nutrientes às culturas, será feita uma avaliação comparativa, de três solos contrastantes, caracterizados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados de análise de atributos indicadores da fertilidade de três solos contrastantes para potencial de produtividade do milho.

Indicadores da fertilidade dos solos	Solo A	Solo B	Solo C
	0-20 cm	0-20 cm	0-30 cm
<b>Indicadores do potencial produtivo</b>			
pH_CaCl <sub>2</sub>	5,42	4,80	4,50
Matéria orgânica (dag dm <sup>-3</sup> )	3,47	3,00	0,80
CTC_pH7 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	12,92	6,84	4,20
Saturação por bases (%)	72,60	37,00	24,76
Saturação por alumínio (%)	0,00	7,00	22,40
Argila (%)	52,00	49,50	8,80
<b>Indicadores da disponibilidade de macronutrientes</b>			
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,35	1,80	0,80
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,40	0,60	0,20
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	245,70	54,74	15,60
Fósforo - Mehlich1 (mg dm <sup>-3</sup> )	24,54	9,00 <sup>(1)</sup>	3,00
Enxofre (mg dm <sup>-3</sup> )	10,10	12,00	3,00
<b>Indicadores da disponibilidade de micronutrientes</b>			
Zinco (mg dm <sup>-3</sup> )	4,20 <sup>(2)</sup>	2,40 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(3)</sup>
Cobre (mg dm <sup>-3</sup> )	11,00 <sup>(2)</sup>	0,40 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(3)</sup>
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	51,60 <sup>(2)</sup>	7,50 <sup>(2)</sup>	3,10 <sup>(3)</sup>
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	27,50 <sup>(2)</sup>	30,00 <sup>(2)</sup>	27,00 <sup>(3)</sup>
Boro (mg dm <sup>-3</sup> )	0,22	0,39	0,14

<sup>(1)</sup>Extrator Resina. <sup>(2)</sup>Extrator Mehlich1. <sup>(3)</sup>Extrator DTPA. Boro - extrator água quente.

O solo A enquadra-se na classe de fertilidade alta a muito alta (nível de suficiência 90% a 100%), o solo B pode ser enquadrado na classe de fertilidade média (nível de suficiência 70% a 90%), enquanto o solo C pode ser associado à classe de fertilidade muito baixa (nível de suficiência inferior a 50%). O solo A, com textura argilosa, caracteriza-se por apresentar perfil de

fertilidade de 40 cm (dados das análises de solo da camada de 20 a 40 cm não mostrados na Tabela 1), sem problemas de toxidez de Al, altos teores de matéria orgânica, macronutrientes (P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn). Isso o coloca como um solo altamente produtivo, sendo considerado como ideal para o cultivo. O solo B, também de textura argilosa, caracteriza-se por apresentar um bom potencial produtivo, porém com valores baixos para saturação de bases, cálcio, magnésio, potássio, fósforo e micronutrientes (Cu, B). Em posição oposta, encontra-se o solo C, de textura arenosa e extremamente pobre em nutrientes. Nesta condição, a sua exploração inicial, por exemplo, com a cultura do milho seria uma atividade de alto risco.

Em experimentos conduzidos por Coelho et al. (1992), no sistema de cultivo com o milho em sucessão à cultura do tomate industrial, em um Latossolo com indicadores da fertilidade ( $\text{pH} = 6,5$ ;  $\text{P} - \text{Mehlich1} = 53 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 243 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 5,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{Zn} = 5,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e potencial produtivo similar ao solo A (Tabela 1), a aplicação de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante 8-28-16 de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, não refletiu numa maior produtividade de espigas de milho em relação ao tratamento que recebeu apenas adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 2).

**Tabela 2.** Produção de espigas de milho cultivado em sucessão à cultura do tomate industrial.

Ano agrícola	Adubação de plantio ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			Adubação de cobertura ( $\text{kg de N ha}^{-1}$ )	Produção de espigas ( $\text{t ha}^{-1}$ )
	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$		
1988/1989	0	0	0	70	8,40
1989/1990	0	0	0	100	11,20
1990/1991	12	42	24	100	10,81

Fonte: Coelho et al. (1992).

A utilização intensiva de fertilizantes na cultura do tomate permitiu elevar, em curto prazo, os teores de nutrientes no solo. Em decorrência disso, as probabilidades de respostas do milho à adubação de plantio, principalmente ao fósforo e potássio, tendem a diminuir, ou até mesmo inexistir. Esses resultados (Tabela 2) evidenciam a importância da análise de solo e histórico do uso das áreas para uma recomendação racional e econômica de adubação.

## Exigências nutricionais

Dentro dos conhecimentos atuais as plantas necessitam de 16 elementos considerados essenciais. Pode-se iniciar pela necessidade da água e dos diferentes compostos orgânicos para a sua sobrevivência. Nestes compostos encontram-se o H, C e o  $O_2$ , que são incorporados aos tecidos vegetais a partir da absorção da  $H_2O$  pelas raízes, e da incorporação do  $CO_2$  através dos processos fotossintéticos. Normalmente, o tecido vegetal possui 42% de C, 44% de  $O_2$  e 6% de H. Além destes três elementos, outros seis, N, P, S, K, Ca e Mg, chamados macronutrientes, são absorvidos em quantidades relativamente elevadas. Os nutrientes exigidos em menores quantidades (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo e Cl), são denominados micronutrientes. Esta separação entre macro e micronutrientes é didática, pois, em alguns casos, quaisquer destes micronutrientes (Cl e Fe, por exemplo) podem ser absorvidos em quantidades elevadas sem acarretar problemas de toxicidade.

Alguns nutrientes são considerados benéficos quando presentes em níveis adequados no solo, estimulando o crescimento de plantas, sem, contudo, conseguir-se provar a sua essencialidade. Eles podem favorecer a absorção de um elemento essencial e/ou aumentar a resistência de pragas e doenças. São considerados benéficos Al, Co, Ni, Se, Si, Na e V.

A quantidade de nutrientes exportada pelas plantas de milho está na dependência do fim a que se destina (produção de grãos, de forragem e de milho-verde) e da produtividade obtida. Quando se visa unicamente a produção de grãos, a exportação de nutrientes será menor do que quando se destinar à produção de forragem e/ou milho-verde, porque no primeiro caso há reposição dos nutrientes contidos nas plantas, remanescentes da colheita.

A Tabela 3 mostra os resultados de extração de nutrientes em milho para produção de espigas verdes, colhido no estágio de grão pastoso e para produção de grãos. A Tabela 4 indica a extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e de forragem (silagem).

Os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4 demonstram que o esgotamento do solo é menor quando o milho é cultivado apenas para produção de grãos, pois há o retorno da palhada residual para o solo. Os problemas

**Tabela 3.** Extração de nutrientes pelo milho destinado à produção de espiga verde/doce e de grãos.

Parâmetro	Milho-doce <sup>(1)</sup>		Milho <sup>(2)</sup>		Total	
	Planta	Espiga	Planta	Grãos	Milho-doce	Milho
Massa seca (t ha <sup>-1</sup> )	13,58	12,62	8,32	9,27	26,2	17,60
Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	235	160	63	119	395	182
Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )	42	33	3	21	75	24
Potássio (kg ha <sup>-1</sup> )	294	109	46	42	403	88
Enxofre (kg ha <sup>-1</sup> )	17	15	5	10	32	15
Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )	37	7	31	1	44	32
Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )	19	13	11	8	32	19

<sup>(1)</sup> Milho-doce tropical. <sup>(2)</sup> Milho-verde comum.

Fonte: Maggio (2006).

de fertilidade do solo deverão ser mais evidentes, portanto, quando o milho for cultivado para milho-verde, com exportação total de toda a massa vegetal tanto para a alimentação humana como para animal. É necessário, portanto, para manter a fertilidade do solo, que se procure efetuar a restituição dos elementos extraídos pelas culturas como dos nutrientes lixiviados e perdidos pelos processos de erosão.

**Tabela 4.** Extração de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção grãos e de forragem.

Tipo de exploração	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	Nutrientes extraídos							
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
		(kg ha <sup>-1</sup> )					(g ha <sup>-1</sup> )		
Grão	3,65	77	9	83	4	10			
	5,80	100	19	95	6	17	18	100	240
	7,87	167	33	113	8	25			
	9,17	187	34	143	9	28	110	60	220
	10,15	217	42	157	10	33			
Forragem (MS)	15,31	181	21	213	41	28	1.230	465	122
	17,13	230	23	271	52	31			
	18,65	231	26	259	58	32	2.110	340	400

Fonte: Coelho (2007).

A adubação de restituição deve repor ao solo as quantidades de nutrientes que as plantas retiram. Ela deve ser, preferencialmente, adotada para cobrir as quantidades de macro e micronutrientes retiradas pelas colheitas. Esta prática evita que o solo se esgote e se torne deficiente. Deve-se, ao adotar este critério, ter conhecimento da análise completa dos fertilizantes e corretivos empregados, sendo possível efetuar um balanço entre a quantidade aplicada e a extraída.

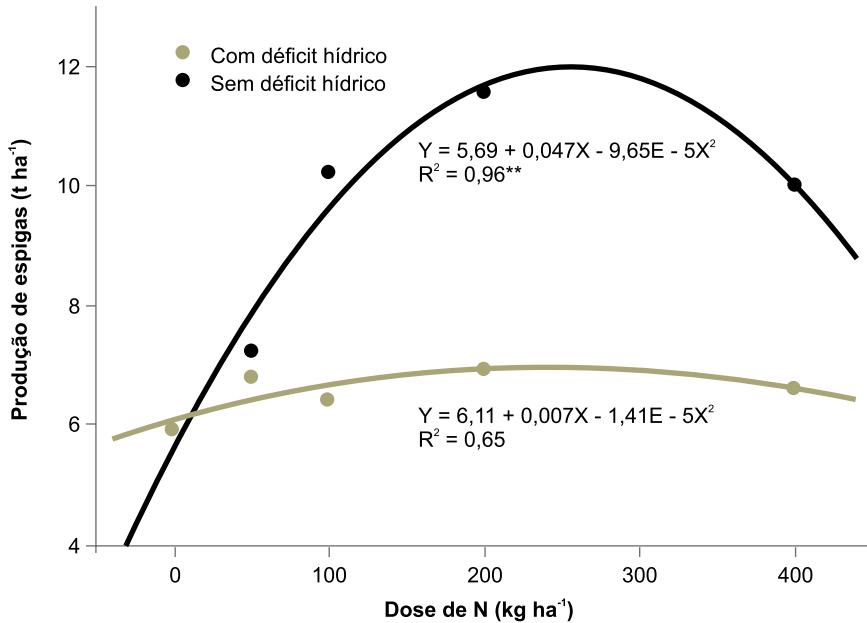
## Adubação com nitrogênio

A decomposição da matéria orgânica no solo e o acompanhamento da mineralização e imobilização do N inorgânico são fundamentais para o entendimento da relação solo planta e a sustentabilidade do processo produtivo. A biomassa do solo, a parte viva da matéria orgânica, além da dependência do manejo do solo, é a responsável pela decomposição da matéria orgânica e pela mineralização e imobilização do nitrogênio.

Atualmente, não existe um método de análise do nitrogênio, em rotina, para medir sua disponibilidade em solos. A dificuldade na obtenção desse método está, em grande parte, ligada às transformações de N no solo que são bastante influenciadas pelas condições ambientais. As recomendações são baseadas, exclusivamente, na curva de resposta de produção a doses de nitrogênio aplicadas (Figura 1) e na estimativa da produtividade potencial.

Altas respostas do milho a adubação com N têm sido observadas em áreas em que os solos apresentam a fertilidade construída, com teores adequados de P e K e acidez corrigida, com um perfil de solo de no mínimo 40 cm, sem problemas de acidez e com bons teores de matéria orgânica e bases trocáveis (Ca e Mg). Assim, são sugeridas doses de N variando de 20 kg ha<sup>-1</sup> a 40 kg ha<sup>-1</sup> por ocasião da semeadura e de 120 kg ha<sup>-1</sup> a 150 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura.

Em função das quantidades, deve-se observar o custo da fonte a ser aplicada. É conveniente empregar-se, pelo menos, de 30kg a 50 kg de N na forma de sulfato de amônio, principalmente quando se usam fontes concentradas que não possuem enxofre na sua composição. O restante do N pode ser aplicado como ureia. Quando o fertilizante nitrogenado for a ureia, incorporá-la à profundidade de 5 cm a 10 cm ou aplicá-la via água



**Figura 1.** Respostas do milho-doce a adubação nitrogenada de cobertura em função da ocorrência ou não de déficit hídrico.

Fonte: Adaptado de Oliveira (1993).

de irrigação. No caso de se ter usado o gesso agrícola, pode-se usar apenas a ureia, porque este elemento contém fonte de enxofre. A adubação nitrogenada pode ser parcelada em duas aplicações, se necessário, com as plantas no estágio de seis e dez folhas. Na Tabela 5, são apresentadas as sugestões para aplicações parceladas de N na cultura do milho, de acordo com as condições de solo e clima.

## Adubação com fósforo

O fósforo para ser absorvido pela planta tem que sair da fase sólida e ir para a fase líquida. A planta absorve o fósforo, e o solo o repõe em

**Tabela 5.** Sugestões para aplicações parceladas de doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho para produção de espigas verde. Sete Lagoas, MG. Ano agrícola 2015.

Condições de solo e de clima	Doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Estádios fenológicos do milho (nº de folhas totalmente emergidas)			
		3 a 4	6 a 7	8 a 10	>10
Solos argilosos (36% a 60% de argila) e regiões não muito chuvosas	< 60	Aplicar na semeadura			
	≥ 60 a ≤ 120 <sup>(1)</sup>	100%	-	-	-
	> 120	50%	50%	-(2)	-(2)
Solos textura média (15% a 35% de argila) e regiões não muito chuvosas	< 60	Aplicar na semeadura			
	≥ 60 a ≤ 120 <sup>(2)</sup>	100%	-	-	-
	> 120	50%	50%	-(2)	-(2)
Solos textura arenosa (< 15% de argila)	≤ 60	100%	-	-	-

<sup>(1)</sup> Se as plantas apresentarem sintomas de deficiência, pode-se fazer aplicação suplementar de nitrogênio, em período anterior ao indicado. <sup>(2)</sup> Em milho irrigado por aspersão, a aplicação de nitrogênio via água possibilita maior flexibilidade no número de parcelamento.

Fonte: Coelho (2007).

quantidade e em velocidade suficientes para atender a sua demanda nutricional. Se tudo isto ocorrer em equilíbrio, o solo estará com sua fertilidade alta; caso contrário, deverá corrigir o desequilíbrio para manter o potencial produtivo.

Os extratores químicos irão definir o elemento “disponível”, ou seja, uma indicação parcial da quantidade que a planta poderá absorver e, portanto, deve apresentar uma estreita relação com a produção vegetal. A análise de solo, assim, apesar de ser uma ferramenta útil, não considera estas relações de dinamismo entre o solo (fornecedor do nutriente) e a planta. Isto demonstra a necessidade do acompanhamento técnico das áreas em produção, sugerindo aumentos ou reduções nas recomendações da adubação.

Para melhorar esta interpretação do elemento disponível, principalmente quando do uso do extrator Mehlich1, é necessária a inclusão de outros parâmetros (textura do solo e histórico de adubações fosfatadas, utilizando fontes solúveis e fosfatos de rocha) que poderão auxiliar nesta interpretação. Isto pode ser feito tanto pelo lado técnico quanto pelo lado prático, por exemplo, o histórico de uso do solo. Como implicação prática destes fatos, há necessidade da interpretação técnica da análise de solo, e também de se manter um histórico de uso das áreas cultivadas. A Tabela 6 indica as quantidades de  $P_2O_5$  sugeridas de acordo com a classe textural do solo e dos teores deste elemento extraídos pelos métodos do extrator ácido (Mehlich1) e resina trocadora de ânions.

**Tabela 6.** Interpretação das classes de teores de fósforo no solo e doses de  $P_2O_5$  recomendadas para o milho destinado à produção de espigas verdes. Sete Lagoas, MG. Ano agrícola 2015.

Classe textural do solo <sup>(1)</sup>	Extrator de fósforo	Classes de teores no solo <sup>(2)</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )		
		Baixo	Médio	Alto
Argilosa (36% a 60%)	Mehlich1	≤ 5	6 a 10	> 10
Média (15% a 35%)	Mehlich1	≤ 10	11 a 20	> 20
Arenosa (< 15%)	Mehlich1	≤ 20	21 a 30	> 30
	Resina	≤ 15	16 a 40	> 40
Doses de $P_2O_5$ recomendadas (kg ha <sup>-1</sup> )		80 a 120	50 a 70	30 a 60

<sup>(1)</sup> Porcentagem de argila. <sup>(2)</sup> Para amostras coletadas na profundidade de 20 cm.

Fonte: Coelho e França (1995).

## Adubação com potássio

Nas análises de rotina, determina-se o potássio disponível para as plantas através de um extrator químico que retira uma determinada

quantidade de K, sem especificar a forma. Normalmente, este extrator deve retirar, predominantemente, as formas de K-trocável e o K- na solução do solo. Para uniformização dos resultados, utiliza-se o mesmo extrator Mehlich1 usado para o fósforo. O nível crítico para K disponível, teor no solo acima do qual não se espera obter respostas do milho à adubação potássica, determinado pelo método Mehlich1, é de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , e a interpretação da análise de solo para este nutriente e as doses sugeridas de adubação potássica podem ser vistas na Tabela 7.

O parcelamento da adubação potássica na cultura do milho, com aplicação de parte da dose na semeadura e parte em cobertura, juntamente com o N, vem se tornando prática rotineira, como alternativa às tradicionais recomendações da aplicação de toda a dose no sulco por ocasião da semeadura ou a lançar antes do plantio. Isto tem sido sugerido para evitar redução na população de plantas em decorrência do efeito salino dos adubos potássicos ou para evitar perdas por lixiviação em razão da alta

**Tabela 7.** Interpretação das classes de teores de potássio no solo e doses de  $\text{K}_2\text{O}$  recomendadas para o milho destinado à produção de espigas verde. Sete Lagoas, MG. Ano agrícola 2015.

Classes de teores nos solos	Produção relativa <sup>(1)</sup> (%)	Potássio disponível ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) <sup>(2)</sup>	Doses de $\text{K}_2\text{O}$ recomendadas ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
			Plantio	Cobertura
Muito baixa	$\leq 50$	$\leq 40$	60	90
Baixa	50 a 75	41 a 75	60	60 a 90
Média	75 a 90	76 a 102	60	60 a 80
Alta	90 a 100	103 a 145	60	60
Muito alta	100	$>145$	60	60

<sup>(1)</sup> Produção relativa esperada, sem a aplicação de fertilizante potássico. <sup>(2)</sup> Extrator Mehlich1, resultados para amostras coletadas na profundidade de 20 cm.

Fonte: Coelho (2005).

concentração de K na solução do solo, ocasionada pela aplicação de altas doses no sulco de semeadura em reduzido volume de solo.

Entretanto, é importante mencionar que a absorção mais intensa deste nutriente pelo milho ocorre nos estádios iniciais de crescimento. Quando a planta acumula 50% de matéria seca (60 a 70 dias), ela já absorveu cerca de 90% da sua necessidade total de K. Assim, é importante o suprimento deste nutriente no sulco por ocasião da semeadura do milho, principalmente em solos deficientes, nos quais a aplicação localizada permite manter maior concentração do nutriente próximo das raízes, favorecendo maior desenvolvimento inicial das plantas.

Ao contrário da adubação com N, para o qual é possível maior flexibilidade na época de aplicação sem prejuízo na produção, o K deve ser aplicado em cobertura no máximo até 30 dias após a semeadura, o que geralmente corresponde ao estágio de desenvolvimento de cinco a seis folhas totalmente desenvolvidas. A aplicação parcelada do K pode ser feita nas seguintes situações: solos altamente deficientes neste nutriente, nos quais são necessárias altas doses de fertilizante; e quando o milho for cultivado para produção de espigas verdes e forragem, para o que normalmente são necessárias doses mais altas de K por causa da maior exportação desse nutriente.

## Adubação com enxofre

A extração de enxofre pela planta de milho é pequena e, dependendo da finalidade de produção, varia de 15 kg ha<sup>-1</sup> a 30 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Em anos passados, o cultivo do milho em solos ricos em matéria orgânica, o uso de fórmulas de fertilizantes menos concentradas contendo enxofre e os baixos níveis de produtividade contribuíram para minimizar problemas de deficiência desse nutriente. Atualmente, com o uso mais intensivo dos

solos e de fórmulas de adubos concentrados, sem enxofre, as respostas a esse elemento tendem a aumentar.

O teor de enxofre no solo na forma de sulfato tem sido usado para prever respostas ao elemento. Assim, em solos com teores de enxofre inferiores a  $10 \text{ mg dm}^{-3}$  (extração com fosfato de cálcio), o milho apresenta grande probabilidade de resposta a esse nutriente. Neste caso, recomenda-se a aplicação de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de enxofre.

As necessidades de enxofre para o milho são geralmente supridas via fornecimento de fertilizantes carregados de macronutrientes primários e também portadores de enxofre. O sulfato de amônio (24% de enxofre), o superfosfato simples (12% de enxofre) e o gesso agrícola (15% a 18% de enxofre) são as fontes mais comuns desse nutriente.

## Adubação com micronutrientes

A sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie vegetal, cultivares e condições edafoclimáticas. De um modo geral, pode-se classificar o milho como tendo uma alta sensibilidade à deficiência de zinco, média à de boro, manganês, ferro e cobre e, baixa à de molibdênio.

No Brasil, o zinco é o micronutriente mais limitante à produção do milho, sendo a sua deficiência muito comum na região central do país, onde predominam os solos originalmente sob vegetação de cerrado. Contudo, não se exclui a possibilidade de vir a ocorrer resposta do milho aos demais micronutrientes, principalmente em solos arenosos. A análise de solo é a ferramenta mais importante para o diagnóstico da deficiência de micronutrientes (Tabela 8).

Em solos com teores baixos de micronutrientes (Tabela 8), aplicar a lanço, na semeadura,  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  de zinco,  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro,  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de cobre

**Tabela 8.** Interpretação da análise de solo para micronutrientes. Sete Lagoas, MG. Ano agrícola 2015.

Nível	B <sup>(1)</sup>	Cu	Mn	Zn	Fe
<b>Extrator Mehlich1 (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Baixo	< 0,30	< 0,50	< 2,0	< 1,0	< 5,0
Médio	0,30–0,50	0,50–0,80	2,0–5,0	1,0–1,6	5,0–12,0
Alto	> 0,50	> 0,80	> 5,0	> 1,6	> 12,0
<b>Extrator DTPA (mg dm<sup>-3</sup>)</b>					
Baixo	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 1,2	≤ 0,5	≤ 4,0
Médio	0,21–0,60	0,30–0,80	1,3–5,0	0,6–1,2	5,0–12,0
Alto	> 0,60	> 0,80	> 5,0	> 1,2	> 12,0

<sup>(1)</sup> Boro em água quente.

Fonte: Adaptado de Galvão (2002).

e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês. A dose desta adubação poderá ser dividida em três partes iguais (2 kg de Zn ha<sup>-1</sup>, 0,70 kg de B ha<sup>-1</sup>, 0,70 kg de Cu ha<sup>-1</sup> e 2 kg de Mn ha<sup>-1</sup>), aplicadas no sulco de semeadura em três cultivos sucessivos. Quando os teores de micronutrientes no solo enquadrarem-se no nível médio (Tabela 7), aplicar ¼ das doses recomendadas para aplicação a lanço (1,5 kg de Zn ha<sup>-1</sup>, 0,50 kg de B ha<sup>-1</sup>, 0,50 kg de Cu ha<sup>-1</sup> e 1,5 kg de Mn ha<sup>-1</sup>), e quando os teores no solo estiverem no nível alto, dispensa-se a adubação com micronutrientes. O efeito residual esperado é de quatro a cinco cultivos tanto para a adubação a lanço como para aquela feita parceladamente no sulco de semeadura. Deve-se fazer análise foliar e de solo a cada três cultivos para verificar se há necessidade de reaplicação dos micronutrientes.

Quando a deficiência é detectada na cultura em desenvolvimento, a correção poderá ser feita com duas pulverizações nos estádios de desenvolvimento vegetativo de V4 e V7 folhas, respectivamente, com 400 L ha<sup>-1</sup> de solução contendo 0,5% de sulfato de zinco, 0,5% de bórax ou 0,3% de ácido bórico, 0,5% de sulfato de cobre, 0,5% de sulfato de manganês. As soluções,

exceto a de bórax, devem ser neutralizadas com a adição de 0,25% de cal extinta ou cal hidratada.

## Considerações finais

Para maximizar o potencial de produtividade do milho, o produtor deve: a) maximizar o potencial da cultura, com a utilização de cultivares apropriadas para a produção de milho-doce e adaptadas à região, em épocas adequadas de semeadura; b) com relação à qualidade do solo, utilizar área que apresente, no mínimo, um perfil de 40 cm sem problemas de acidez, além de alto teor de matéria orgânica e teores adequados de fósforo e de potássio e micronutrientes na camada superficial; c) considerar, no manejo da adubação, que o solo deve receber o que as plantas exportam nas espigas ou na forragem; d) buscar planejar e administrar corretamente o estabelecimento da cultura utilizando sementes de alta qualidade (germinação e vigor), tratamento de sementes com inseticidas para o controle de pragas iniciais e correta regulagem de máquinas para a distribuição uniforme de sementes e fertilizantes, visando o estabelecimento do estande adequado e crescimento uniforme das plântulas. Esses procedimentos reduzem a ocorrência de plantas dominadas (atípicas). Altas produtividades requerem maior consistência no peso individual de espigas e tem-se constatado que a elevada incidência de plantas dominadas pode reduzir a produtividade em até 30%.

## Referências

- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 96).
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78).

- COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p. 610-658.
- COELHO, A. M.; FRANCA, G. E.de. Nutrição e adubação. In: SEJA o doutor do seu milho. 2. ed. aum. Piracicaba: POTAFOS, 1995. p. 1-9. (Arquivo do Agrônomo, 2).
- COELHO, A. M.; COUTO, L.; MATTOSO, M. J.; SANTOS, N. C. dos. Plantio de milho em sucessão ao tomate para aproveitamento do adubo residual. In: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991**. Sete Lagoas, 1992. p. 217-218.
- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 185-226.
- MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido "tropical"**. 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônômico, Campinas.
- OLIVEIRA, S. L. de. **Funções de resposta do milho doce ao uso de irrigação e nitrogênio**. 1993. 91 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.



## Capítulo 7

---

# Adubação orgânica do milho-doce

Fernando Cassimiro Tinoco França



## Introdução

O Brasil, como grande produtor de milho comum, apresenta também grande potencial para a produção de milho-verde de endosperma doce ou simplesmente chamado pelo dito popular de milho-doce. No entanto, há pouco conhecimento por parte dos produtores e dos consumidores deste produto, por causa da baixa disponibilidade no mercado de sementes de milho especiais, o que restringe o cultivo deste tipo de milho em larga escala (TEIXEIRA et al., 2001).

O milho-doce se destaca pela sua maior palatabilidade, podendo ter elevado potencial para o cultivo como espécie hortícola. Em razão do seu alto valor agregado, poder ser comercializado na forma miniprocessada nas gôndolas de supermercados e em casas especializadas (KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007). O milho-doce pode ser cultivado tanto por pequenos produtores como por grandes, que abastecem as indústrias de conservas alimentícias o ano todo. No caso do pequeno produtor, especialmente o familiar, a sua produção é basicamente realizada às custas da adubação orgânica.

A aplicação de fertilizantes orgânicos, como estrume animal, adubo verde, resíduo vegetal e matéria orgânica de compostagem, é aceita como uma boa prática de manejo do solo na produção agrícola sustentável, porque melhora a fertilidade através da modificação das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (ASUEGBU; UZO, 1984).

Entende-se por fertilizantes orgânicos todos os adubos originários dos resíduos de natureza orgânica, de matérias-primas diversas, principalmente provenientes de origem animal, vegetal, da agroindústria e de rejeitos urbanos.

As principais formas de resíduos são:

### **Resíduos animais**

O adubo orgânico de origem animal mais conhecido é o esterco, que é formado por excrementos sólidos e líquidos dos animais e pode estar misturado com restos vegetais. Sua composição é muito variada. Este tipo de adubo é bom fornecedor de matéria orgânica e de micro e macronutrientes, tendo o fósforo (P) e o potássio (K) de fácil disposição e o nitrogênio (N) na dependência do sistema de manejo adotado.

### **Resíduos vegetais**

São os restos vegetais que sobram após as safras. As lavouras de arroz e trigo deixam de 30% a 35% de resíduos vegetais, e o algodão, a cana-de-açúcar e o milho, cerca de 50% a 80% da massa original em forma de resíduo orgânico.

### **Resíduos da agroindústria**

**Vinhaça:** é o resíduo produzido em grande quantidade nas destilarias de álcool. A vinhaça de cana é rica em K, N, matéria orgânica e outros elementos minerais.

**Torta de filtro:** é o resíduo da indústria açucareira oriundo da filtração do lodo retido nos clarificadores. Cada tonelada de cana moída rende em torno de 40 kg de torta. Esta torta é rica em P, Ca, Cu, Zn, Fe. É deficiente em potássio, o que sugere a combinação deste resíduo com a vinhaça.

### **Resíduos de biodigestores**

São resíduos constituídos pelos efluentes de biodigestores e são considerados excelentes adubos orgânicos. Possuem composição muito variável, uma vez que os efluentes consistem de materiais diversos.

### **Resíduos urbanos**

**Lodo de esgoto:** material sólido orgânico ou inorgânico, removido das águas residuais provenientes das residências, dos estabelecimentos comerciais, das indústrias, etc., nas estações de tratamento de esgoto. A concentração de N , P e K no lodo depende das contribuições recebidas pelas águas residuais, do tipo de tratamento a que foi submetido e do manejo entre a sua produção e a sua aplicação no solo. O lodo de esgoto possui o inconveniente de ser contaminado com alguns agentes patogênicos e metais pesados.

**Lixo urbano:** material sólido orgânico proveniente de sobras de alimentos e demais resíduos domiciliares. Mesmo sendo rico em matéria orgânica e alguns minerais, a sua composição varia muito, pois depende da origem dos resíduos gerados e da sua forma de manejo, pois é decomposto por diversos processos em função de quantidades, recursos e intenções, variando desde a decomposição ao ar livre até a fermentação em digestores fechados.

### **Compostos orgânicos**

Composto orgânico é o produto final da decomposição de resíduos vegetais e animais, permitindo a reciclagem deles e a sua desinfecção contra pragas, doenças, plantas espontâneas. Fornece matéria orgânica e nutriente para o solo, além de atuar como condicionador e melhorar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, favorecendo assim o desenvolvimento das plantas e a resistência delas ao estresse hídrico e aos possíveis ataques de insetos e de doenças. Estas fontes de matérias-primas, para serem utilizadas de maneira adequada na agricultura, devem ser compostados (fermentados), seguindo critérios de controle de temperatura e umidade, gerando assim um bom composto orgânico.

## Compostagem

Compostagem é o processo de transformação de materiais grosseiros, como palhada e estrume, em materiais orgânicos utilizáveis na agricultura (Figura 1). Este processo envolve transformações extremamente complexas de natureza bioquímica, promovidas por milhões de microrganismos do solo que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono.



Foto: Fernando Tinoco

**Figura 1.** Preparo de fontes de resíduos para o processo da compostagem.

## Adubação orgânica no cultivo de milho-doce

A adubação orgânica em pré-plantio e em cobertura é muito benéfica para a nutrição da cultura do milho-doce. Além de conter macro e micronutrientes em quantidades razoáveis, fornece ao solo muita matéria orgânica, o que promove a melhoria das características físicas dos solos, aumentando a capacidade de absorção dos nutrientes pelas plantas. Além do mais, aumenta a capacidade de retenção de umidade, melhorando a sua friabilidade e favorecendo o desenvolvimento da biota do solo.

## Materiais recomendados para o preparo do composto

Existe uma variedade enorme de materiais que podem ser utilizados na elaboração dos compostos orgânicos. Entretanto, para se produzir um

composto rico em nutrientes e em matéria orgânica recomenda-se utilizar uma fonte de biomassa (capim picado, bagaço de cana-de-açúcar triturado, sobras de silagem e de cochos, folhas trituradas, etc.) e misturá-la com uma boa fonte de esterco animal (esterco fresco de curral) e com uma fonte mineral, rica em fósforo e cálcio (fosfatos naturais, superfosfatos, farinha de osso, termofosfatos, etc.) e de potássio e cálcio (pó fino de carvão, cinzas de lenha, etc.).

## Como produzir preparar um composto

Os compostos podem ser produzidos em lugares variados (debaixo de árvores, a céu aberto, etc.), dependendo das condições locais. O ideal é que se faça em local de fácil acesso para carga e descarga do material, próximo a uma fonte de água para as irrigações periódicas, plano ou com declive suave, coberto e sombreado, a exemplo de galpões, protegendo assim os compostos das ações das chuvas torrenciais e excessivas, que podem empobrecer os compostos por causa do encharcamento e posterior lixiviação de nutrientes.

## Composto orgânico para cultivar milho-doce

A melhor maneira para o preparo e manejo do composto requer alguns passos e cuidados:

- Dispor os materiais em camadas ou fazer uma pré-mistura deles.
- Colocar três partes de biomassa (capim triturado, restos de cochos, etc.) para uma de esterco.
- Enriquecer com uma fonte de fósforo e cálcio (fosfatos naturais, termofosfatos, farinha de osso, etc.).

- Enriquecer com uma fonte de potássio e cálcio (pó fino de carvão, cinzas de lenha).
- No momento do preparo do composto, molhar até chegar a 50% de umidade.
- Para melhor controle do arejamento e da umidade, o tamanho da pilha do composto não deve exceder 2,5 m de largura por 1,50 m a 1,70 m de altura. O comprimento é livre, dependendo apenas da quantidade de material e do espaço disponível no local.
- Utilizar um vergalhão como ferramenta auxiliar de medição de temperatura.
- Controlar a temperatura com o uso de água ou do reviramento da pilha de compostagem.
- Em casos de reviramentos manuais, é importante fazer o primeiro com 7 a 10 dias após a montagem e os demais reviramentos espaçados de 20 a 25 dias, num total de quatro reviramentos até o composto ficar pronto.
- Em sistemas mecanizados, a quantidade de reviragem pode ser maior, com intervalos menores entre as operações (geralmente de 7 em 7 dias), reduzindo-se o tempo de decomposição e obtendo-se o composto pronto em até 60 dias, dependendo dos materiais empregados. Durante cada reviramento (ou logo após), deve-se proceder nova irrigação com uma quantidade de água suficiente para repor as perdas por lixiviação e evaporação, de forma a distribuir bem a umidade em todo o monte.
- Para facilitar o manejo e em muitos casos facilitar a prática da compostagem, muitos compostos de qualidade não são revirados,

mas necessita-se fazer a pré-mistura dos materiais, e o controle da temperatura é realizado através do umedecimento, ou seja, do uso contínuo de água. A Tabela 1 mostra as quantidades em percentuais de cada tipo de resíduo para se obter um bom composto orgânico.

**Tabela 1.** Insumos necessários para obtenção de um composto. Sete Lagoas, MG. 2015.

Material	Quantidade
Esterco bovino	25% a 35%
Resíduos vegetais (cana e capim triturados, bagaço da cana, etc.)	5% a 65%
Fosfato natural (ou termofosfato ou farinha de osso)	5%
Cinza de madeira (ou pó fino de carvão)	5%

A faixa de temperatura ideal para a decomposição do material varia de 50 °C a 60 °C. Temperaturas excessivas podem queimar o material, o que não é desejável. Por isso, deve-se evitar que a temperatura ultrapasse 70 °C, o que pode ser obtido com reviragem ou com irrigações (Figura 2). Pedacos de vergalhão enterrados nos montes permitem verificar periodicamente a temperatura interna do composto, através do contato com as mãos.

Após 60 dias, a temperatura diminui significativamente, atingindo níveis abaixo de



Foto: Fernando Tinoco

**Figura 2.** Resfriamento da compostagem utilizando água.

35 °C, indicando o fim da fase de fermentação e início da fase de mineralização da matéria orgânica.

O tempo de fermentação e de estabilização varia muito em função das condições climáticas e dos materiais a serem utilizados. Em média, os compostos ficam prontos para uso entre 90 e 100 dias do início do preparo, mas no inverno poderá se estabilizar aos 110 a 120 dias. O período de compostagem depende das temperaturas e do tamanho das partículas dos materiais, e da aeração, por exemplo:

- Partes pequenas, tipo capim picado, com temperaturas em torno de 60 °C = 55 a 60 dias.
- Partes médias, com 15 cm a 20 cm, com temperaturas em torno de 60 °C = 60 a 80 dias.
- Partes inteiras, com temperaturas até 60 °C = em torno de 90 dias.
- Se for utilizado somente esterco bovino, com temperaturas de 60 °C a 70 °C = 30 a 35 dias.

Existem compostos orgânicos, a exemplo do bokashi, que demoram em torno de 15 a 25 dias para se estabilizarem. Isto porque se utilizam microrganismos (EM-4) que aceleram a fermentação e materiais (farelos, cama de frango, etc.) de rápida decomposição (Tabela 2). Após completados os períodos citados para cada categoria de partículas, os compostos já estarão aptos para serem utilizados na adubação do milho, em especial a do milho-doce, objeto desta coletânea de informação.

## Quantidade de compostagem a ser utilizada para o plantio de milho-doce

Antes de realizar a adubação de compostagem, recomenda-se em primeiro lugar fazer a análise do solo. As dosagens podem variar muito em

função do tipo de solo e de região para região. Geralmente recomenda-se a dosagem de 20 t ha<sup>-1</sup> a 30 t ha<sup>-1</sup> em pré-plantio, fazendo o processo de incorporação ao solo. Caso utilize-se cama de frango (esterco de aviários) como base da matéria-prima, na forma de “bokashi alternativo”, as dosagens caem para 3 t ha<sup>-1</sup> a 5 t ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Insumos utilizados na preparação do bokashi. Sete Lagoas, MG. 2015.

Material	Quantidade (kg)
Terra de barranco limpa	250
Farelo de soja ou de mamona	100
Farelo de arroz ou cana-de-açúcar triturada	100
Farinha de osso ou fosfato natural	7
Açúcar mascavo ou 40 L de garapa	5
Microrganismos eficientes (EM)	20 L

Obs.: Pode-se acrescentar o pó fino de carvão na proporção de até 10%. Microrganismos eficientes (*Effective microorganisms*) é uma suspensão, na qual coexistem mais de 10 gêneros e 80 espécies de microrganismos eficazes, assim chamados porque potencializam a fertilidade natural do solo.

## Adubos orgânicos que podem ser usados no cultivo do milho-doce

### Bokashi

Misturar os materiais em local protegido, umedecer (até chegar a 50% de umidade), inocular os microrganismos (EM) e deixar fermentar a mistura durante um período mínimo de 20 dias. Na primeira semana, a massa deverá ser revirada diariamente, três vezes ao dia. Após a primeira semana, revirar a massa diariamente à medida que for necessário, até o

esfriamento dela (ponto ideal de uso). Depois de estabilizados, os materiais são espalhados (desfaz-se a pilha) para secar, e embalados finalmente nos sacos para o armazenamento.

### Quantidade de bokashi a ser utilizada no plantio

Varia muito em função das características de cada solo. Geralmente se utiliza a dosagem de 2 t ha<sup>-1</sup> a 3 t ha<sup>-1</sup> em pré-plantio e distribuída nos sulcos. Também é um excelente adubo de cobertura. Vale ressaltar que, caso tenha sido utilizado durante o plantio, um bokashi rico em fósforo, dependendo

da quantidade que foi aplicado no preparo do solo, dispensa a presença deste elemento mineral na adubação de cobertura. A dosagem varia muito em função dos resultados da análise de solos, mas, geralmente, recomenda-se aplicar de 1 t ha<sup>-1</sup> a 2 t ha<sup>-1</sup>. A Figura 3 mostra como fazer a mistura do bokashi.

Foto: Fernando Tinoco



**Figura 3.** Mistura dos materiais para o preparo do bokashi.

## Distribuição dos fertilizantes orgânicos para o cultivo de milho-doce

Pode ser feita em área total, no sulco de plantio ou na cova, dependendo da técnica e da forma de cultivo. A forma mais comum de utilização é em pré-plantio, distribuindo o material na área de cultivo, seguido da incorporação. Caso o composto orgânico esteja em processo final de fermentação, a aplicação deverá ser realizada cerca 20 dias antes do plantio, mas

se o material já estiver totalmente estabilizado (fermentado), a adubação poderá ser realizada no mesmo dia do plantio.

## **Uso de fertilizantes frescos no cultivo do milho-doce**

Os fertilizantes frescos podem conter microrganismos indesejados, e prejudicar a germinação das sementes caso a fermentação ocorra após terem sido incorporados ao solo. No caso da utilização na forma in natura, recomenda-se fazer a incorporação após um período de no mínimo 30 dias, para realizar a semeadura das sementes.

## **Limitações dos fertilizantes orgânicos no cultivo do milho-doce**

O uso de fertilizantes orgânicos no cultivo do milho-verde do tipo doce exige alguns cuidados como descritos abaixo:

- a) Alguns fertilizantes orgânicos mal decompostos ou de origem não controlada podem introduzir ou aumentar o número de microrganismos de solo nocivos às plantas (*verticilium*, *fusarium*, *rizoctonia*, etc.), bem como introduzir ou aumentar o banco de sementes de plantas daninhas.
- b) Resíduos como compostos de lixo urbano e lodo de esgoto tratado, não monitorados, podem acarretar danos com a introdução de metais pesados no solo e microrganismos patogênicos ao homem.
- c) Os custos de produção, transporte e aplicação dos adubos orgânicos frequentemente são mais elevados em relação aos fertilizantes minerais. Isso pode ser minimizado com a utilização dos fertilizantes organominerais.

- d) Nem sempre a proporção dos nutrientes contidos nos fertilizantes orgânicos atende as necessidades das plantas. Neste caso, é necessário a complementação com outro tipo de composto orgânico mais rico em nutrientes faltantes.

## Biofertilizantes líquidos

Biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Podem ser simples ou complexos. Os mais complexos podem apresentar na sua composição diversos ingredientes e, dependendo dos materiais empregados, conter mais ou menos macro e microelementos, ambos necessários à nutrição vegetal. Além disso, por ser um produto obtido da fermentação, pode conter diversas bactérias, leveduras e bacilos.

A Figura 4 mostra a preparação de um biofertilizante líquido.

Podem ser utilizados como adubos de cobertura e também como adubos complementares de plantio. Quando produzidos e aplicados adequadamente, podem possuir também efeito fito-hormonal, fungicida, bactericida, nematocida, acaricida e de repelência contra insetos. Atuam, portanto, como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, com menos

Foto: Fernando Tinoco



**Figura 4.** Preparo de biofertilizante líquido.

danos ao ambiente. Sendo preparados corretamente, não causam perigo algum à saúde humana. Os biofertilizantes são de grande eficiência nutricional na cultura de todo tipo de milho.

### **Materiais utilizados no preparo dos biofertilizantes e como devem ser feitos**

Existem diversas maneiras de se fazer os biofertilizantes, e em diversas regiões do país eles receberam nomes de identificação, a exemplo do Agrobio, Tinocão, Vairo, Biogeo, Supermagro, Biofertilizante enriquecido, Bioervas, dentre outros. Entretanto, existem vantagens e desvantagens no uso dos biofertilizantes líquidos.

### **Vantagens de se utilizar os biofertilizantes líquidos como fertilizantes no cultivo do milho-doce**

Baixo custo e facilidade de aplicação em pequenas áreas de cultivos. Por outro lado, a maioria das matérias-primas utilizadas é encontrada nas propriedades agrícolas, que possuem diversas atividades típicas dos agricultores. Outras vantagens são a pronta absorção pelas plantas e o funcionamento como repelente de insetos-pragas.

### **Desvantagens de se utilizar os biofertilizantes líquidos como fertilizantes no cultivo do milho-doce**

Mesmo para o cultivo em pequenas áreas, necessita-se de um grande volume para suprir as necessidades nutricionais da cultura do milho.

No caso das grandes áreas de cultivos, a desvantagem está no custo de investimento das lagoas de estabilização (fermentação) e nos maquinários auxiliares da aplicação (caminhões, tratores, irrigação e implementos).

Dependendo do modo de preparo e dos materiais utilizados, existe o inconveniente dos maus odores gerados durante o processo de fermentação. Sua aplicação incorreta e em excesso poderá também causar contaminação do meio ambiente, principalmente dos cursos d'água.

Como existem vários tipos de biofertilizantes, segue a preparação do Biogeo (Tabela 3)

**Tabela 3.** Insumos necessários para produção do Biogeo. Sete Lagoas, MG. 2015.

Material	Quantidade
Água	100 L
Resto de rumem	30 kg
Esterco fresco de curral	30 kg
Folhas e restos vegetais	5 kg
Garapa	10 L

## Biogeo

### Indicações de uso:

Pode ser usado como adubo de solo e foliar.

### Modo de preparar:

Misturar todos os ingredientes e deixar fermentar por 25 a 30 dias, aerobicamente (na presença de oxigênio), agitando diariamente (duas a três vezes por dia).

## Modo de usar os biofertilizantes líquidos para a produção de milho-doce

Preparada adequadamente a mistura dos insumos e devidamente fermentada, deve-se coar o material em peneira de malha grossa para em seguida fazer a aplicação por meio de irrigação via aspersores, ou canhões, ou ainda, se em área muito pequena, por meio de regadores sem

o chuveiro (Figura 5). O resíduo sólido (borra) que fica na peneira pode ser aplicado no solo como adubo.

Para o cultivo de milho-doce em pequenas propriedades, recomenda-se a utilização de biofertilizantes líquidos via foliar e no solo. No momento do preparo dos insumos para a aplicação, é necessário que se faça uma boa agitação do fertilizante, e em seguida diluição em água e coação do conteúdo em um pano fino ou numa tela fina, para que não entupa o bico do pulverizador.



Foto: Fernando Tinoco

**Figura 5.** Aplicação de biofertilizante via irrigação na cultura do milho-doce.

Quando o biofertilizante estiver pronto, ele pode ser aplicado sobre as folhas, sobre as sementes e sobre o solo via regadores ou irrigação ou por fertirrigação e em hidroponia, mas sempre em dosagens (por exemplo, diluir 30% do volume total preparado) diluídas do volume total (Tabela 4). As plantas de milho absorvem o biofertilizante de maneira muito rápida, sendo assim de grande utilidade na nutrição deste cereal.

## Quando aplicar e a dosagem

A recomendação depende das condições do solo (Tabela 4):

**Tabela 4.** Aplicação de biofertilizante: número de aplicações, local, proporção do volume preparado e dias após a germinação. Sete Lagoas, MG, 2015.

Número de aplicações	Local a ser aplicado	Proporção do volume (%)	Dias após a germinação
2 a 3	Via solo	30	30
2 a 3	Via folha	10	40

## Considerações finais

As técnicas usadas para se obter o produto orgânico incluem emprego de composto orgânico para adubação e manejo de culturas, em que uma planta auxilia no desenvolvimento de outra cultura ou prepara o solo para uma safra posterior. Em uma fazenda orgânica, as gerações futuras podem usufruir a terra e seus benefícios, pois este tipo de cultura nutre o solo.

## Referências

ASUEGBU, J. E.; UZO, J. O. Yield and yield components response of vegetable crops to farm yard manure rates in the presence of inorganic fertilizers on the growth and yield of maize. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Puerto Rico, v. 68, p. 238-243, 1984.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, I. R. P.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 483-488, 2001.

## Capítulo 8

---

# Controle de plantas daninhas do milho-doce

Décio Karam  
Maurílio Fernandes de Oliveira  
Alexandre Ferreira da Silva



## Introdução

Definida inicialmente em 1912 como uma planta fora do lugar (HARLAN; WET, 1965), a planta daninha apresenta substancial importância para a produção agrícola, em razão do alto grau de interferência (ação conjunta da competição e da alelopatia) imposta às culturas. Perdas na produção ocasionadas pela interferência de plantas daninhas podem variar de 10% a 85% (SILVA; PIRES, 1990). Levando-se em consideração as perdas mundiais de produção da cultura do milho por causa dessa influência de plantas daninhas, pode-se estimar que no Brasil essas perdas podem ter chegado em mais de aproximadamente dez milhões de toneladas nas últimas safras agrícolas. Na cultura do milho-verde normal, os efeitos das plantas daninhas foram analisados nas cultivares AG 1051 e BRS 106 por Silva et al. (2011), que detectaram reduções de 52,2% no número de espigas verdes e 49,5% no peso destas espigas. Estes resultados são semelhantes aos observados por Silva et al. (2004), que constataram reduções de 54,5% e 59,9% no número de espigas comerciáveis e no peso destas espigas, respectivamente, pelo efeito da competição com as plantas daninhas.

No manejo de plantas daninhas na cultura do milho-verde-doce, deve-se enfatizar a utilização das diferentes estratégias de controle, considerando a infraestrutura e mão de obra disponíveis na propriedade. Os principais métodos de controle são: preventivo, cultural, mecânico e químico.

## Métodos de controles

### Preventivo

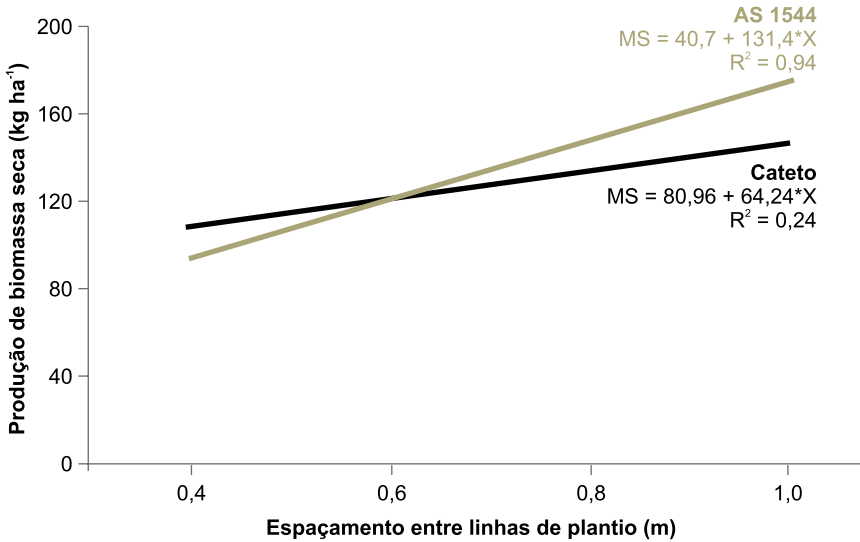
Embora seja pouco utilizado pelos agricultores, este método visa impedir a introdução, o estabelecimento e a disseminação de novas espécies

de plantas daninhas em lavouras ainda não infestadas; tem sido intensamente focado, pelos técnicos da área, para que seja adotado como um procedimento normal, visto que é altamente eficaz. A introdução de novas espécies geralmente ocorre através do uso de sementes contaminadas, máquinas agrícolas e animais. Gazziero et al. (1989) sugerem a utilização de sementes de boa procedência, livres de sementes de plantas daninhas, limpeza de máquinas e implementos antes de movimentá-los de um campo para outro e controle do desenvolvimento das invasoras, impedindo a produção de sementes e/ou estruturas de reprodução em cercas, estradas, terraços, pátios, canais de irrigação ou em qualquer lugar da propriedade, para evitar a disseminação de plantas daninhas.

## Cultural

O método de controle cultural normalmente é utilizado pelos agricultores, sem que eles percebam que estão usando mais uma técnica de manejo de plantas daninhas. Esse método consiste em utilizar características da cultura e do meio ambiente que aumentem a capacidade competitiva das plantas de milho-verde-doce, favorecendo assim seu crescimento e desenvolvimento. Dentre as medidas culturais adotadas, podemos citar: o uso de variedades adaptadas às regiões, espaçamento reduzido entre plantas, densidade de semeadura, época de semeadura, uso de cobertura morta, rotação de culturas, adubações mais adequadas e uso da irrigação, que já é uma prática comum no cultivo deste milho especial. Estudos têm sido apresentados com efeitos supressores em plantas daninhas quando a cultura do milho-verde-doce é cultivada em espaçamentos mais estreitos, comparado ao cultivo nos espaçamentos mais largos (BALBINOT JÚNIOR; FLECK, 2005; ACCIARES; ZULUAGA, 2006). Reduções da biomassa de plantas daninhas na ordem de 45,8% e 26,5% foram observadas por Balbinot Júnior

e Fleck (2005) quando o espaçamento de plantio entre linhas foi reduzido de 1,0 m para 0,4 m (Figura 1).



**Figura 1.** Efeito do espaçamento entre linhas de plantio de milho sobre a produção de biomassa seca de plantas daninhas. Sete Lagoas, MG. 2015.

Fonte: Adaptado de Balbinot Júnior e Fleck (2005).

## Mecânico

### Capina manual

A capina manual é um dos métodos de controle de plantas daninhas mais utilizados em pequenas propriedades. Geralmente os produtores utilizam duas a três capinas com enxada durante os primeiros 40 a 50 dias de desenvolvimento da lavoura. A partir daí, o crescimento do milho contribuirá para a redução das condições favoráveis à germinação e ao desenvolvimento das plantas daninhas em razão do fechamento da lavoura. Deve-se evitar

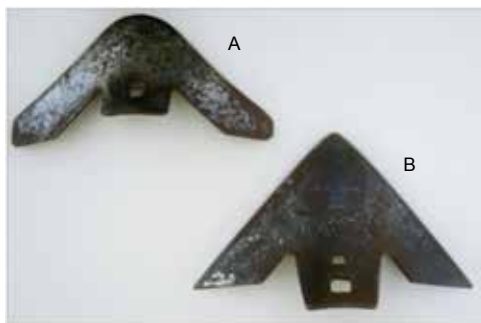
realizar a capina em dias chuvosos ou solo muito úmido, dando preferência a dias quentes e secos. Cuidados devem ser tomados para evitar danos às plantas do milho-verde-doce. Esse método de controle demanda grande quantidade de mão de obra, visto que a produtividade dessa operação é de aproximadamente 8 dias por homem por hectare (SILVA et al., 1987).

## Capina mecânica

A capina mecânica usando o cultivador, tracionado por animais ou tratores, ainda é utilizada em alguns sistemas convencionais de produção de milho grão ou milhos especiais, como é o caso do milho-doce no Brasil. As capinas mecânicas, assim como as capinas manuais, devem ser realizadas nos primeiros 40 a 50 dias após a emergência da cultura. Nesse período, os danos ocasionados à cultura são minimizados, comparados com os possíveis danos (quebra e arranquio de plantas) por causa das capinas realizadas

tardiamente. O cultivo deve ser realizado superficialmente e de preferência em dias secos e quentes, aprofundando-se o máximo as enxadas para facilitar o arranquio ou corte das plantas daninhas. As capinas mecânicas são geralmente realizadas utilizando enxadas tipo asa-de-andorinha ou picão (Figura 2). A produtividade desse método é de aproximadamente 0,5 a 1 dia

Foto: Décio Karam



**Figura 2.** Tipos de enxada asa-de-andorinha (A) e picão (B), utilizados no sistema mecânico de controle de plantas daninhas.

por homem por hectare (tração animal) e 1,5 hora a 2,0 horas por hectare (tratorizada) (SILVA et al., 1987). A redução do espaçamento entre linhas

de plantio afeta este tipo de capina, pois espaçamentos mais estreitos requerem o uso de enxadas menores para minimizar os efeitos adversos ao sistema radicular das plantas de milho.

## Controle químico

O método de controle químico de plantas daninhas consiste da utilização de produtos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura e Secretarias de Agricultura. De acordo com Kissmann (2000), a área de milho tratada com herbicidas, no Brasil, correspondia a apenas 28%, contra 98% e 65% das áreas plantadas na Argentina e Uruguai, respectivamente. Entretanto, em 2008, a estimativa do uso do controle químico na cultura dos diversos tipos de milho, através de herbicidas, ultrapassava mais de 65% da área plantada (KARAM; OLIVEIRA, 2008). Atualmente, considerando o uso de cultivares transgênicas de milho, em que se utiliza alta tecnologia, pode-se estimar que o uso de herbicidas nas lavouras de milho ultrapasse 80%, o que equivaleria a mais de 12 milhões de hectares aplicados.

A seleção de um herbicida deve ser baseada nas espécies de plantas presentes na área a ser tratada, bem como nas características físico-químicas dos produtos. As alternativas de herbicidas para o controle de plantas daninhas na cultura do milho-verde estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2 (AGROFIT, 2003). Na aplicação, deve-se verificar as condições climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento, possibilidade de chuva), bem como as condições do solo ou das plantas. Para a aplicação de herbicidas pré-emergentes, deve-se verificar as condições de umidade do solo. Nas aplicações em pós-emergência, verificar as condições em que se encontram as plantas daninhas, evitando aplicar os herbicidas em caso de estresse das plantas. A seletividade do herbicida para as cultivares de milho-verde normal ou doce deve ser observada. Vários trabalhos têm sido

realizados para a análise da seletividade dos herbicidas a cultivares de milho convencionais (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2003; KARAM; OLIVEIRA, 2008; CARVALHO et al., 2010; GUERRA et al., 2010; FREITAS, 2010; PETTER et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2014) e transgênicos (PORTUGAL, 2013; OSÓRIO et al., 2015). O uso de herbicidas, em culturas antecessoras que apresentem persistência no solo, poderá tornar-se fitotóxico para a cultura do milho-verde-doce em sucessão. Quando fizer uso do controle químico, o produtor deverá levar em consideração, na escolha de um herbicida para as plantas daninhas, o intervalo de segurança, que deve ser mínimo entre a aplicação e a colheita do milho-verde-doce.

**Tabela 1.** Alternativas de herbicidas pré-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura do milho-doce. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Acetochlor <sup>(1)</sup>	Kadett	840	2,52–3,36	3,00–4,00
	Kadett EC	840	2,52–3,36	3,00–4,00
	Surpass	768	2,00–3,99	2,60–5,20
Alachlor <sup>(1)</sup>	Alaclor Nortox	480	2,40–3,36	5,00–7,00
	Laço EC	480	2,40–3,36	5,00–7,00
Alachlor + atrazine <sup>(1)</sup>	Agimix	260 + 260	(1,56 + 1,56)–(2,08 + 2,08)	6,00–8,00
	Alaclor + Atrazina SC Nortox	240 + 250	(1,44 + 1,50)–(1,92 + 2,00)	6,00–8,00
	Alazine 500 SC	250 + 250	(1,75 + 1,75)–(2,00 + 2,00)	7,00–8,00
	Boxer	300 + 180	(2,10 + 1,26)–(2,70 + 1,62)	7,00–9,00
Amicarbazone <sup>(2)</sup>	Dinamic	700	0,35	0,50
	Thunder	700	0,28	0,40

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
	Aclamadorbr	500	1,50–3,25	3,00–6,50
	Atranex 500 SC	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Atranex WG	900	1,80–2,70	2,00–3,00
	Atrazina Atanor 50 SC	500	2,00–3,00	4,00–6,00
	Atrazina Nortox 500 SC	500	1,50–3,25	3,00–6,50
	Coyote WG	900	1,80–2,70	2,00–3,00
	Genius WG	900	0,90–2,70	1,00–3,00
Atrazine <sup>(1)</sup>	Gesaprim 500 Ciba-Geigy	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Gesaprim GrDa	880	2,20–3,08	2,50–3,50
	Herbitrin 500 BR	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Proof	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Siptran	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Siptran 500 SC	500	2,00–2,50	4,00–5,00
	Siptran 800 WP	800	2,40–3,20	3,00–4,00

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
	Atraximex 500 SC	250 + 250	(0,50 + 0,50)–(1,00 + 1,00)	2,00–4,00
	Atraximex WG	450 + 450	(0,90 + 0,90)–(1,80 + 1,80)	2,00–4,00
	Bench	250 + 250	(0,87 + 0,87)–(1,62 + 1,62)	3,50–6,50
Atrazine + simazine <sup>(1)</sup>	Herbimix SC	250 + 250	(1,50 + 1,50)–(1,75 + 1,75)	6,00–7,00
	Herbimix WG	450 + 450	(0,90 + 0,90)–(1,80 + 1,80)	2,00–4,00
	Primatop SC	250 + 250	(1,50 + 1,50)–(2,00 + 2,00)	6,00–8,00
	Senior WG	450 + 450	(1,12 + 1,12)–(1,57 + 1,57)	2,50–3,50
	Simtrac 500	250 + 250	(0,75 + 0,75)–(1,50 + 1,50)	3,00–6,00
Atrazine + s-metolachlor <sup>(3)</sup>	Primagram Gold	370 + 230	(1,20 + 0,74)–(1,66 + 1,03)	3,25–4,50
	Primaiz Gold	370 + 230	(1,20 + 0,74)–(1,66 + 1,03)	3,25–4,50
	Primestra Gold	370 + 290	(1,20 + 0,95)–(1,66 + 1,30)	3,25–4,50
Isoxaflutole <sup>(4)</sup>	Provence 750 WG	750	0,06–0,08	0,08–0,10
Paraquat <sup>(1)</sup>	Laredo	276	1,38–1,93	5,00–7,00
Pendimethalin <sup>(5)</sup>	Herbadox	500	1,00–1,75	2,00–3,50
Simazine <sup>(6)</sup>	Herbazine 500 BR	500	2,00–2,50	4,00–5,00

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
S-metolachlor <sup>(3)</sup>	Dual Gold 915 EC	960	1,44–1,68	1,50–1,75
	Dual Gold	960	1,44–1,68	1,50–1,75
	Gardomil	960	1,44–1,68	1,50–1,75
	Arrow	450	0,54–2,25	1,20–5,00
	Canastra	450	0,54–2,25	1,20–5,00
Trifluralin <sup>(1)</sup>	Novolate	600	0,54–2,40	0,90–4,00
	Premeilin 600 EC	600	1,80–2,70	3,00–4,50
	Trifluralina Nortox Gold	450	0,54–2,25	1,20–5,00

<sup>(1)</sup>Deve ser aplicado após a semeadura (plantio) sobre a superfície do solo na pré-emergência da cultura e das plantas daninhas. Deve ser aplicado diretamente sobre a superfície do solo com boas condições de umidade. <sup>(2)</sup>Não aplicar em lavoura de milho plantada com variedade LH25. Para novos híbridos a serem lançados é recomendado fazer teste prévio. <sup>(3)</sup>Poderá ser aplicado até na fase de charuto, estando, porém, as plantas infestantes sempre na pré-emergência. Não se deve aplicar em solos arenosos e pobres em matéria orgânica. <sup>(4)</sup>Não aplicar em solos arenosos que recebam calagem pesada no intervalo de 90 dias, e em cultivares, variedades de milho-branco, milho-pipoca e linhagens puras. <sup>(5)</sup>Utilizar a maior dose em solos com teor de matéria orgânica superior a 3%. Alto grau de plantas infestantes também requer uso das dosagens maiores. Já as sementes devem estar bem cobertas pelo solo, a fim de evitar um contato direto com a superfície tratada. <sup>(6)</sup>Deve ser aplicado logo após a semeadura, em solo bem preparado, quando houver umidade no solo o suficiente para a translocação até as sementeiras ou raízes das plantas infestantes.

**Tabela 2.** Alternativas de herbicidas pós-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura do milho-doce. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
2,4-D <sup>(1)</sup>	Bratt	806	0,40-1,21	0,50-1,50
	Brion	806	0,40-1,21	0,50-1,50
	Capri	868	0,87-2,17	1,00-2,50
	Dez	806	0,40-1,21	0,50-1,50
	Grant	806	0,40-1,61	0,50-2,00
	Navajo	970	0,39-1,65	0,40-1,70
	Dinaxine	806	1,21	1,50
	Dociar	806	1,21	1,50
	2,4-D 806 RN	806	1,21	1,50
	2,4-D Amina 72	720	0,50-1,01	0,70-1,40
2,4-D-dimetyliamiini <sup>(1)</sup>	2,4-D DMA 806 Rainbow	806	1,21	1,50
	Aminamar	806	1,21	1,50
	Aminol 806	806	0,40-1,21	0,50-1,50
	Campeon	806	0,81-1,21	1,00-1,50
	Decorum	806	1,21	1,50
	DMA 806 BR	806	0,81-1,21	1,00-1,50
	Field	806	1,21	1,50
	Herbi D-480	480	1,44-2,16	3,00-4,50
	U 46 BR	806	0,40-1,61	0,50-2,00
	U 46 D-Fluid 2,4-D	806	1,21	1,50
U 46 Prime	806	0,40-1,21	0,50-1,50	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Alachlor + atrazine <sup>(2)</sup>	Agimix	260 + 260	(1,56 + 1,56) - (2,08 + 2,08)	6,00-8,00
Ametryne <sup>(3)</sup>	Gesapax 500 Ciba-Geigy	500	1,50-2,00	3,00-4,00
	Atraxex WG	900	1,80-2,70	2,00-3,00
	Atrazina Atanor 50 SC	500	2,00-3,00	4,00-6,00
	Blast	400	1,60-2,40	4,00-6,00
	Coyote	500	2,50-3,00	5,00-6,00
	Coyote WG	900	1,80-2,70	2,00-3,00
Atrazine <sup>(4)</sup>	Gesaprim 500 Ciba-Geigy	500	2,00-2,50	4,00-5,00
	Gesaprim GrDa	880	2,20-3,08	2,50-3,50
	Herbitrin 500 BR	500	2,00-2,50	4,00-5,00
	Most	400	1,60-2,40	4,00-6,00
	Posmil	400	2,00-2,80	5,00-7,00
	Primóleo	400	2,00-2,40	5,00-6,00
	Proof	500	2,00-2,50	4,00-5,00
	Siptran	500	2,00-2,50	4,00-5,00
	Siptran 500 SC	500	2,00-2,50	4,00-5,00
	Siptran 800 WP	800	2,40-3,20	3,00-4,00
Siptroil	400	1,60-2,40	4,00-6,00	

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Atrazine + glyphosate <sup>(5)</sup>	Gillanex	225 + 150	(0,90 + 0,60)– (1,35 + 0,90)	4,00–6,00
	Primagram Gold	370 + 230	(1,20 + 0,74)– (1,66 + 1,03)	3,25–4,50
Atrazine + s-metolachlor <sup>(6)</sup>	Primaiz Gold	370 + 230	(1,20 + 0,74)– (1,66 + 1,03)	3,25–4,50
	Primestra Gold	370 + 290	(1,20 + 0,95)– (1,66 + 1,30)	3,25–4,50
	Basagran 480	480	0,72	1,50
Bentazon <sup>(7)</sup>	Banir	480	0,72–1,20	1,50–2,50
	Basagran 600	600	0,72	1,20
	Affinity 400 EC	400	0,01–0,03	0,03–0,08
	Aurora	400	0,01–0,03	0,03–0,08
Carfentrazone-ethyl <sup>(7)</sup>	Aurora 400 EC	400	0,01–0,03	0,03–0,08
	Quicksilver 400 EC	400	0,01–0,03	0,03–0,08
Clethodim <sup>(8)</sup>	Select 240 EC	240	0,07–0,12	0,30–0,50
	Gramoxone 200	200	0,30–0,40	1,50–2,00
	Helmoxone	276	0,41–0,55	1,50–2,00
Paraquat dichloride <sup>(9)</sup>	Paradox	200	0,30–0,60	1,50–3,00
	Quatdown	276	0,41–0,55	1,50–2,00
	Sprayquat	276	0,41–0,55	1,50–2,00

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Diurom + paraquat dichloride <sup>(9)</sup>	Gramocil	100 + 200	(0,20 + 0,40)	2,00
Flumioxazin <sup>(10)</sup>	Flumyzin 500	500	0,04	0,08
	Sumisoya	500	0,04	0,08
Fluroxypyr-meptyl <sup>(9)</sup>	Prestige	480	0,14–0,43	0,30–0,90
Foramsulfuron + iodosulfuron methyl <sup>(11)</sup>	Equip Plus	300 + 20	(0,036 + 0,002)– (0,045 + 0,003)	0,12–0,15
	Aliado 480 SL	480	0,24–2,88	0,50–6,00
	Credit	480	0,48–2,88	1,00–6,00
	Fera	480	0,96–1,92	2,00–4,00
	Gli Over	480	0,48–2,40	1,00–5,00
	Gliato	480	0,48–2,40	1,00–5,00
	Gilforte	480	0,24–1,44	0,50–3,00
Glyphosate <sup>(9)</sup>	Glifos	480	0,48–1,20	1,00–2,50
	Glifos Plus	600	0,48–0,96	0,80–1,60
	Glifosato 480 Agripec	480	0,48–2,88	1,00–6,00
	Glifosato 480 Helm	480	0,48–1,92	1,00–4,00
	Glifosato Atar	480	0,48–2,40	1,00–5,00

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
	Glifosato CCAB 480 SL	480	0,36-2,40	0,75-5,00
	Glifosato Nortox	480	0,48-2,88	1,00-6,00
	Glifosato Nortox 480 SL	480	0,96-2,88	2,00-6,00
	Glifosato Nutritop	480	0,48-2,40	1,00-5,00
	Gilphogan 480	480	0,48-0,96	1,00-2,00
	Gliz 480 SL	480	0,48-2,88	1,00-6,00
	Glizmax Prime	608	0,46-2,74	0,75 4,50
	GlyoxX	480	0,48-1,92	1,00-4,00
	Glyphotal	480	0,36-2,40	0,75-5,00
	Glyphotal TR	648	0,65-2,92	1,00-4,50
	Glyweed	480	0,24	0,50-5,00
	Grassato	480	0,48-2,40	1,00-5,00
	Grassato 480 SL	480	0,48-1,92	1,00-4,00
	Grassato SL	480	0,48-1,92	1,00-4,00
	Pilarsato	480	0,48-1,92	1,00-4,00
	Pocco 480 SL	480	0,48-2,88	1,00-6,00
	Polaris	480	0,24-2,40	0,50-5,00
	Preciso	747	0,37-2,61	0,50-3,50

Continua...

Glyphosate<sup>(9)</sup>

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
	Rustler	480	0,24-2,40	0,50-5,00
	Shadow 480 SL	480	0,48-2,40	1,00-5,00
	Soldier	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Stinger	480	0,24-2,40	0,50-5,00
	Wipe Out	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Zapp QI 620	620	0,43-2,60	0,70-4,20
	Glizmax Prime	608	0,46-2,74	0,75-4,50
	Fera Ultra	600 + 12	(0,75 + 0,015)– (1,5 + 0,03)	1,25-2,50
Glyphosate + carfentrazone-ethyl <sup>(10)</sup>				
	Glyphosato Nortox WG	792,5 + 720	(0,39 + 0,36)– (1,98 + 1,8)	0,50-2,50
Glyphosate + ammonium salt of glyphosate <sup>(10)</sup>				
	Fusta WG	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Glifosato Agripec 720 WG	792,5	0,40-1,98	0,50-2,50
	Gli-Up 720 WG	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Roundup Ultra	715	0,36-2,50	0,50-3,50
	Roundup WG	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Rustler WG	792,5	0,40-2,77	0,50 3,50
	Stinger WG	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50
	Tupan 720 WG	792,5	0,40-2,77	0,50-3,50

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Glyphosate-Salt of Diammonium <sup>(10)</sup>	Roundup Original DI	445	0,45-2,67	1,00-6,00
	Glifosato Atanor 48	480	0,48-2,88	1,00-6,00
	Glister	480	0,72-1,44	1,50-3,00
Isopropylamine salt of glyphosate <sup>(10)</sup>	Glizmax	648	0,49-2,92	0,75-4,50
	Radar	480	0,24-2,40	0,50-5,00
	Roundup Original	480	0,24-2,88	0,50-6,00
	Roundup Transorb	648	0,65-2,92	1,00-4,50
Isopropylamine salt of glyphosate <sup>(12)</sup>	Trop	480	0,48-2,88	1,00-6,00
	Roundup Ready Milho	648	0,78-1,46	1,20-2,25
Isopropylamine sal gly-phosphate + potassium salt of glyphosate <sup>(10)</sup>	Crucial	400,8 + 297,75	(0,32 + 0,23) – (2,00 + 1,48)	0,80-5,00
	Sulfosate <sup>(10)</sup>	588	0,59-2,65	1,00-4,50
Sulfosate <sup>(12)</sup>	Touchdown	620	0,43-2,17	0,70-3,50
	Zapp QI 620	620	0,43-2,60	0,70-4,20
Amônio-glufosinato <sup>(9)</sup>	Finale	200	0,30	1,50
	Liberty BCS	200	0,30-0,40	1,50-2,00

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Amônio-glufosinato <sup>(13)</sup>	Liberty	200	0,30-0,60	1,50-3,00
Imazapic + imazapyr <sup>(14)</sup>	Soyvance Pre	525 + 175	(0,052 + 0,017)	0,10
MCPA <sup>(15)</sup>	Agritone	585,6	0,44-0,73	0,75-1,25
Mesotrione <sup>(10)</sup>	Callisto	480	0,14-0,19	0,30-0,40
	Meristo	480	0,14-0,19	0,30-0,40
	Accent	750	0,04-0,06	0,05-0,08
	Fason	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Grifo	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Jupi	40	0,05-0,06	1,25-1,50
Nicosulfuron <sup>(16)</sup>	Kyron 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Limpidu	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Loop	240	0,05-6,00	0,20-25,00
	Lotus 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Narval 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Nico	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Nicosulfuron Nortox 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Nicosulfuron Prentiss 40 OD	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Nippon 40 SC	40	0,05-0,06	1,30-1,50

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
	Nisshin	750	0,05-0,06	0,07-0,08
	Pantani 750 WG	750	0,05-0,06	0,07-0,08
	Pramilho	750	0,04-0,06	0,05-0,08
Nicosulfuron <sup>(16)</sup>	Samor-Gat	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Sanson 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Satir-GAT	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Stoy 40 SC	40	0,05-0,06	1,25-1,50
	Tyson 750 WG	750	0,05-0,06	0,07-0,08
Nicosulfuron + atrazine <sup>(11)</sup>	Sanson AZ	20 + 500	(0,035 + 0,87)– (0,04 + 1,00)	1,75-2,00
Paraquat <sup>(9,17)</sup>	Orbit	200	0,30-0,40	1,50-2,00
Saflufenacil <sup>(9)</sup>	Heat	700	0,02-0,10	0,04-0,14
Setoxidim <sup>(18)</sup>	Poast	184	0,18-0,23	1,00-1,25
	Poast Plus	120	0,12-0,24	1,00-2,00
	Atraximex WG	450 + 450	(0,90 + 0,90)– (1,80 + 1,80)	2,00-4,00
	Herbimix SC	250 + 250	(1,50 + 1,50)– (1,75 + 1,75)	6,00-7,00
Atrazine + simazine <sup>(19)</sup>	Herbimix WG	450 + 450	(0,90 + 0,90)– (1,80 + 1,80)	2,00-4,00
	Primatop SC	250 + 250	(1,50 + 1,50)– (2,00 + 2,00)	6,00-8,00
	Senior WG	450 + 450	(1,12 + 1,12)– (1,57 + 1,57)	2,50-3,50

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ingrediente ativo	Marca comercial	i.a. (g L <sup>-1</sup> ou g kg <sup>-1</sup> )	i.a. (kg ha <sup>-1</sup> )	P. C. (kg ha <sup>-1</sup> ou L ha <sup>-1</sup> )
Tembotrione <sup>(19)</sup>	Soberan	420	0,08–0,10	0,18–0,24

<sup>(1)</sup> Aplicar uma vez, até cerca de 15 dias antes da semeadura do milho, visando a dessecação da área, e em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura, em área total, com o milho com 4 a 5 folhas e plantas daninhas em estágio de até 10 folhas. Aplicar uma vez. <sup>(2)</sup> Aplicar quando houver umidade suficiente para a translocação até as sementeiras ou raízes das plantas infestantes. Os melhores resultados foram obtidos quando as plantas infestantes de folhas estreitas encontravam-se no estágio de 1 a 5 folhas para capim-marmelada e 1 a 3 folhas para capim-carrapicho e capim-colchão. <sup>(3)</sup> Utilizar nas entrelinhas, após o estágio de 50 cm de altura do milho-verde. Adicionar adjuvante. <sup>(4)</sup> Aplicar quando as gramíneas estiverem no estágio de 3 folhas, e as folhas largas, no estágio de 6 folhas. <sup>(5)</sup> A aplicação deverá ser feita logo após a semeadura da cultura, somente em cultivo no sistema de plantio direto na modalidade plante e aplique. <sup>(6)</sup> Aplicar sempre nos estádios e espécies recomendados, estando as folhas largas de 2 a 4 folhas e capim-marmelada com 2 a 3 folhas. Aplicar na pós-emergência do milho com 3 a 4 folhas ou mais. <sup>(7)</sup> Aplicado na pós-emergência das plantas infestantes, quando estas estiverem com 2 a 4 folhas. <sup>(8)</sup> Não fazer aplicações onde culturas de gramíneas possam ser atingidas. <sup>(9)</sup> Utilizar em pós-emergência dirigida ou no manejo de plantas daninhas em plantio direto e em dessecação. <sup>(10)</sup> Aplicar na pós-emergência das plantas daninhas, antes do plantio da cultura: dessecação das plantas daninhas em manejo para plantio direto. <sup>(11)</sup> Aplicar quando a cultura apresentar-se com 2 a 6 folhas e entre 10 cm a 25 cm de altura. E as plantas infestantes no estágio de 2 a 6 folhas, no caso das dicotiledôneas, e entre 1 folha até 2 perflhos para as gramíneas, devendo-se utilizar a dose maior quando as plantas infestantes estiverem mais desenvolvidas. <sup>(12)</sup> Para uso exclusivo e seletivo em variedades de milho geneticamente modificadas tolerantes ao glifosato. <sup>(13)</sup> Aplicar o produto em Milho LibertyLink®. A primeira aplicação deve ser feita quando o milho estiver com 3 a 4 folhas. A segunda aplicação deve ser feita quando o milho estiver com 5 a 6 folhas. <sup>(14)</sup> Somente recomendado para o sistema de produção Clearfield com os híbridos C909, C901 e C806 tolerantes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas. <sup>(15)</sup> Aplicar uma vez, em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura, em cobertura total, antes que o milho atinja a fase de cartucho. Respeitar o estágio do máximo de folhas das plantas daninhas. <sup>(16)</sup> Não utilizar em misturas com inseticidas organofosforados. Verificar suscetibilidade de cultivares. <sup>(17)</sup> Aplicar nas entrelinhas, quando o milho estiver com mais de 8 folhas. <sup>(18)</sup> Somente é recomendado para milho híbrido resistente a Setoxidim. <sup>(19)</sup> Deve ser aplicado através de tratamento em área total, observando-se, rigorosamente, as espécies e os respectivos estádios de 2 a 4 folhas, visando o controle de plantas infestantes tanto na linha como nas entrelinhas do milho.

## Referências

- ACCIARES, H. A.; ZULUAGA, M. S. Effect of plant row spacing and herbicide use on weed aboveground biomass and corn grain yield. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 287-293, 2006.
- AGROFIT. **Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 27 maio 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Produtos fitossanitários comercializados no Brasil**. 2000. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2014.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005.
- CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. D.; SOUZA, P. A. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 35-41, 2010.
- FANCELI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2000. 360 p.
- FREITAS, I. L. J. **Seletividade e eficiência de herbicidas no manejo de plantas daninhas em milho pipoca**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://uenf.br/pos-graduacao/producao-vegetal/files/2014/09/Ismael.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- GAZZIERO, D. L. P.; GUIMARÃES, S. C.; PEREIRA, F. A. R. **Plantas daninhas: cuidado com a disseminação**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1989. 1 folder.
- GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M.; MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; LIMA, G. R. G.; SOLA JÚNIOR, L. C. Seletividade de formulações de nicosulfuron para híbridos de milho em função da época da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 89-99, 2010.
- HARLAN, J. R.; WET, J. M. de. Some thoughts about weeds. **Economic Botany**, New York, v. 19, p. 16-24, 1965.
- KING, J. J. **Weeds of the world: biology and control**. New York: Interscience, 1966. 48 p.
- KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. de Critério no controle. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 10, n. 105, p. 17-19, 2008.
- KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. de. **Seletividade de herbicidas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 98).
- KISSMANN, K. G. Uso de herbicidas no contexto do Mercosul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Palestras**. Londrina: Sociedade Brasileira de Ciências das Plantas Daninhas, 2000. p. 91-116.

- LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA Y GARCIA, A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 413-419, 2003.
- OSÓRIO, C. R. W. S.; BARDIVIESSO, D. M.; SOUZA, E. I. S.; LEITE, R. C.; LEAL, A. J. F.; SOUZA, H. M. Milho RR submetido a diferentes manejos de herbicida e adubação foliar. **Nativa**, v. 3, n. 2, p. 78-82, 2015.
- PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VOLF, M. R.. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 855-864, 2011.
- PORTUGAL, L. V. **Fitotoxicidade de herbicidas pós emergentes em híbridos de milho**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas.
- RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2. ed. New York: John Willey & Sons, 1997. 589 p.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648 p.
- SILVA, J. B. da; CRUZ, J. C.; SILVA, A. F. da. Controle de plantas daninhas. In: RECOMENDAÇÕES técnicas para o cultivo do milho. 3. ed. ampl. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1987. p. 31-41. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 4).
- SILVA, J. B.; KARAM D. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **O Ruralista**, v. 32, n. 414, p. 5-9, 1994.
- SILVA, J. B.; PIRES, N. M. Controle de plantas daninhas para a cultura do Milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 17-20, 1990.
- SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B.; SILVA, K. M. B.; OLIVEIRA, V. R.; PONTES FILHO, F. S. T. Corn growth and yield in competition with weeds. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 793-802, 2011.
- SILVA, P. S. L. S.; SILVA, E. S.; MESQUITA, S. S. X. Weed control and green ear yield in maize. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 137-144, 2004.
- TEIXEIRA, M. F. F.; RODRIGUES, J. S.; GOMES, T. C.; KARAM, D. Resposta do milho doce à aplicação de diferentes herbicidas utilizados em pós-emergência. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.
- ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1999. 556 p.

## Capítulo 9

---

# Controle de doenças do milho-doce

Luciano Viana Cota  
Dagma Dionísia da Silva  
Rodrigo Veras da Costa



## Introdução

A produtividade e a qualidade do milho-doce podem ser afetadas por várias doenças. As doenças prejudicam a produção por reduzir a área foliar e interferem na absorção de água e nutrientes. A ocorrência de doenças está relacionada com o sistema de produção adotado. Por exemplo, a expansão da fronteira agrícola, a ampliação das épocas de plantio (safra e safrinha), a adoção do sistema de plantio direto, o aumento do uso de sistemas de irrigação, a ausência de rotação de cultura e o uso de materiais suscetíveis têm promovido modificações importantes na dinâmica populacional dos patógenos, resultando no aumento da incidência e severidade de doenças na cultura. Dentre as doenças que atacam a cultura milho-doce, merecem destaque a mancha-branca, a cercosporiose, helmintosporiose, mancha de bipolaris, mancha foliar de diplodia, a ferrugem-polissora, a ferrugem-comum, a ferrugem-tropical e os enfezamentos vermelho e pálido. A importância dessas doenças é variável de ano para ano e de região para região, em função das condições climáticas, do nível de suscetibilidade das cultivares plantadas e do sistema de plantio utilizado. No entanto, algumas dessas doenças são de ocorrência mais generalizada nas principais regiões de plantio, como é o caso da mancha-branca.

## Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*)

Os sintomas da cercosporiose caracterizam-se por manchas de coloração cinza, predominantemente retangulares, com as lesões desenvolvendo-se paralelas às nervuras secundárias. Com o desenvolvimento dos sintomas da doença, pode ocorrer necrose de todo o tecido foliar (Figura 1). A disseminação da doença ocorre através de esporos e restos de

Foto: Luciano Viana Cota



**Figura 1.** Cercosporiose do milho (*Cercospora zeae-maydis*).

cultura levados pelo vento e respingos de chuva. Os restos de cultura são, portanto, fonte de inóculo local e, também, para outras áreas de plantio. A ocorrência de temperaturas entre 25 °C e 30 °C e a umidade relativa do ar superior a 90% são condições ótimas para o desenvolvimento da doença.

## Mancha-branca (etiologia indefinida)

A mancha-branca é considerada, atualmente, uma das principais doenças da cultura do milho, estando presente em, praticamente, todas as regiões de plantio no Brasil. Os sintomas da doença caracterizam-se por lesões inicialmente apresentando aspecto de encharcamento (anasarca), tornando-se necróticas com coloração palha de formato circular a oval com 0,3 cm a 2 cm de diâmetro. Há coalescência de lesões em ataques mais severos (Figura 2). Geralmente são encontradas dispersas no limbo



Foto: Fabrício Lanza

**Figura 2.** Sintomas da mancha-branca do milho.

foliar, mas iniciam-se na ponta da folha progredindo para a base, podendo coalescer. Em geral, os sintomas aparecem inicialmente nas folhas inferiores, progredindo rapidamente para as superiores, sendo mais severos após o pendoamento. A doença é favorecida por temperaturas noturnas amenas (15 °C a 20 °C), elevadas umidade relativa do ar (> 60%) e elevada precipitação.

## Ferrugens (*Puccinia polysora*, *Puccinia sorghi* e *Physopella zae*)

O milho-doce pode ser atacado por três ferrugens: ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem-comum (*Puccinia sorghi*) e ferrugem-branca ou tropical (*Physopella zae*). Os sintomas da ferrugem-polissora são caracterizados pela formação de pústulas circulares a ovais, de coloração marrom-clara, distribuídas, predominante, na face superior das folhas (Figura 3A). A ferrugem-branca caracteriza-se pela formação de pústulas de formato arredondado a oval, em pequenos grupos, de coloração esbranquiçada a amarelada, na superfície superior da folha e recoberta pela epiderme. Uma borda de coloração escura pode envolver o agrupamento de pústulas (Figura 3B). A ferrugem-comum caracteriza-se pela formação de pústulas em toda a parte aérea da planta, mas com maior abundância nas folhas. As pústulas ocorrem em ambas as superfícies da folha, sendo esta uma das características que a diferencia da ferrugem-polissora, cujas pústulas predominam na superfície superior da folha. As pústulas da ferrugem-comum apresentam formato circular a alongado e coloração castanho-clara a escuro que se acentua à medida que as pústulas amadurecem e se rompem liberando os uredósporos (Figura 3C). As condições ambientais que favorecem a ocorrência das ferrugens variam de acordo com patógeno: a ferrugem-polissora normalmente ocorre com maior intensidade em altitudes

abaixo de 700 m, onde predominam temperaturas mais elevadas (25 °C a 35 °C) e com a ocorrência de períodos prolongados de elevada umidade relativa do ar. A ferrugem-comum é favorecida por temperaturas baixas (16 °C a 23 °C) e alta umidade relativa (100%). Já a ferrugem-tropical é mais severa em plantios contínuos de milho, principalmente em áreas de pivô, sendo a doença favorecida por condições de alta temperatura (22 °C–34 °C), alta umidade relativa e baixas altitudes.

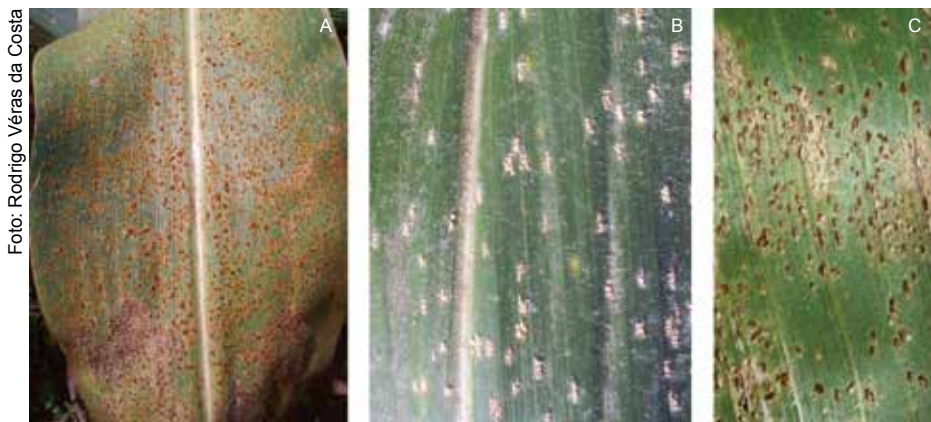


Foto: Rodrigo Véras da Costa

**Figura 3.** Ferrugens do milho: A) ferrugem-polissora; B) ferrugem-branca ou tropical; e C) ferrugem-comum.

## Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*)

Os sintomas típicos da doença são lesões necróticas, elípticas, medindo de 2,5 cm a 15 cm de comprimento (Figura 4). A coloração do tecido necrosado varia de cinza a marrom e no interior das lesões observa-se intensa esporulação do patógeno. As primeiras lesões aparecem, normalmente, nas folhas mais velhas. O patógeno apresenta boa capacidade de sobrevivência

em restos de cultura. A disseminação ocorre pelo transporte de conídios pelo vento a longas distâncias. Temperaturas moderadas (18 °C a 27 °C) são favoráveis à doença, bem como longos períodos de molhamento foliar ou presença de orvalho.

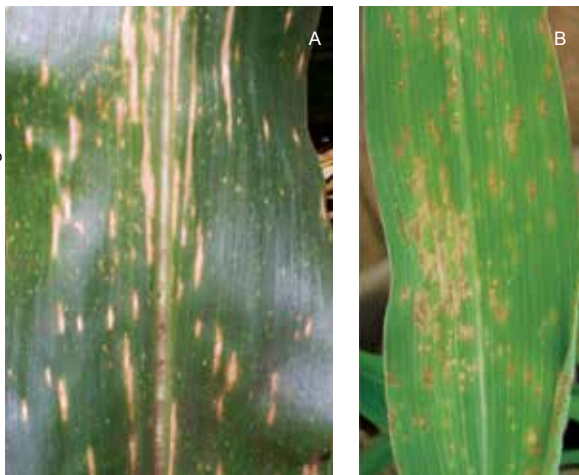


Foto: Luciano Viana Cota

**Figura 4.** Helminthosporiose do milho (*Exserohilum turcicum*).

## Mancha de bipolaris (*Bipolaris maydis*, *Bipolaris zeicola*)

Plantas de milho são suscetíveis a duas espécies de bipolaris: *Bipolaris maydis* e *B. zeicola*. Os sintomas típicos da mancha de *Bipolaris maydis* são lesões alongadas, orientadas pelas nervuras com margens castanhas e com formas e tamanhos variáveis (Figura 5A). As lesões de *B. maydis* são parecidas com as da cercosporiose, no entanto, as bordas das lesões não são tão bem definidas como ocorre no caso desta. A sobrevivência de *B. maydis* ocorre em restos culturais infectados e grãos. Os conídios são transportados pelo vento e por respingos de chuva. A temperatura ótima para o desenvolvimento



**Figura 5.** Mancha de bipolaris em milho: *Bipolaris maydis* (A) e *Bipolaris zeicola* (B).

(Figura 5B). As condições ambientais que favorecem a ocorrência da doença são temperaturas moderadas e alta umidade relativa do ar. A sobrevivência ocorre em restos culturais infectados. Os conídios são transportados pelo vento e por respingos de chuva.

## Mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*)

Os sintomas da mancha-foliar-de-diplodia são lesões alongadas, grandes, semelhantes às de *Exserohilum turcicum*. Diferem desta por apresentar, em algum local da lesão, pequeno círculo visível contra a luz (ponto de infecção). Podem alcançar até 10 cm de comprimento (Figura 6). A disseminação ocorre através dos esporos e os restos de cultura são levados pelo vento e por respingos de chuva. Os restos de cultura são fonte de inóculo local e, também, contribuem para a disseminação da doença para outras

da doença é de 22 °C a 30 °C. Ela é favorecida por alta umidade relativa. A ocorrência de longos períodos de seca e dias de muito sol entre dias chuvosos são desfavoráveis à doença. O fungo *B. zeicola* produz lesões de coloração palha, formato circular a oval e com formação de anéis concêntricos

**Figura 6.** Mancha foliar de diplodia (*Diplodia macrospora*).



Foto: Rodrigo Véras da Costa

áreas de plantio. A ocorrência de temperaturas entre 25 °C e 30 °C e de elevada umidade relativa do ar favorecem o desenvolvimento dessa mancha.

## Podridões bacterianas

As podridões causadas por bactérias são do tipo aquosas, e especialmente aquelas causadas por *Erwinia chrysanthemi* pv. *zear* exalam um odor desagradável típico (Figura 7). Em geral, iniciam-se nos entrenós próximos ao solo e rapidamente atingem os entrenós superiores. A infecção causada por *E. chrysanthemi* pv. *zear* pode, também, se iniciar pela parte superior do colmo, causando a podridão do cartucho por *Erwinia*. Os sintomas típicos dessa doença são a murcha e a seca das folhas do cartucho decorrentes de uma podridão aquosa na base desse cartucho. As folhas se desprendem facilmente e exalam um odor desagradável. Nas bainhas das outras folhas pode-se observar a presença de lesões encharcadas (anasarcas). Podem ocorrer o apodrecimento dos entrenós inferiores ao cartucho e a murcha do restante da planta. Ferimentos no cartucho causados por insetos e altas temperaturas associadas a altos teores de umidade são condições favoráveis para ocorrência dessa podridão.



**Figura 7.** Podridão bacteriana do colmo (*Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*).

## Enfezamentos

Os enfezamentos são causados por patógenos pertencentes à classe do Mollicutes, cuja transmissão é realizada de forma persistente-propagativa pela cigarrinha *Dalbulus maidis*. O enfezamento-vermelho é causado por procarionte pertencente ao gênero *Phytoplasma*. Os sintomas típicos do enfezamento-vermelho são o avermelhamento das folhas, a proliferação de espigas, produção de espigas pequenas, perfilhamento na base da planta e nas axilas foliares, encurtamento dos entrenós, incompleto enchimento de grãos e seca precoce das plantas (Figura 8A). O enfezamento-pálido é causado por um procarionte pertencente à espécie *Spiroplasma kunkelli*. Os sintomas característicos do enfezamento-pálido são estrias esbranquiçadas irregulares na base das folhas que se estendem em direção ao ápice. Em alguns casos, observa-se um amarelecimento das plantas e o surgimento de áreas avermelhadas nas folhas apicais. Normalmente, as plantas são



Fotos: Rodrigo Véras da Costa

**Figura 8.** Sintomas do enfezamento-vermelho (A) e do enfezamento-pálido em plantas de milho (B).

raquíticas em razão do encurtamento dos entrenós, podendo haver uma proliferação de espigas pequenas e sem grãos (Figura 8B). Os mollicutes, *Spiroplasma kunkelli* e o Phytoplasma ocorrem somente em células do floema de plantas doentes de milho, e são transmitidos de forma persistente-propagativa pela cigarrinha *Dalbulus maidis*, que ao se alimentar em plantas doentes adquire os mollicutes e os transmite para as plantas saudáveis.

## Manejo das doenças do milho-doce

As principais medidas recomendadas para o manejo de doenças na cultura do milho-doce são: plantio de cultivares resistentes; realização do plantio em época adequada, de modo a se evitar que os períodos críticos para

a cultura não coincidam com condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento das doenças; utilização de sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas; utilização da rotação com culturas não suscetíveis. Além disso, restos da cultura de milho não devem permanecer em áreas em que a doença ocorreu em alta severidade, para reduzir o inóculo de patógenos no local.

Para se evitar o aumento do potencial de inóculo de patógenos na área, não se deve fazer plantio de milho após milho na mesma área. Sugere-se plantar cultivares diferentes em uma mesma área e em cada época de plantio; fazer rotação de cultivares e manejo adequado da lavoura; realizar adubações de acordo com as recomendações técnicas para se evitar desequilíbrios nutricionais nas plantas, principalmente a relação nitrogênio/potássio; fazer população de plantas adequada, controle de pragas e de invasoras. A mais atrativa estratégia de manejo de doenças na cultura do milho-doce é a utilização de cultivares geneticamente resistentes, uma vez que o seu uso não exige nenhum custo adicional ao produtor, não causa nenhum tipo de impacto negativo ao meio ambiente, é perfeitamente compatível com outras alternativas de controle e é, muitas vezes, suficiente para o controle da maioria das doenças. Em condições ambientais favoráveis à ocorrência de doenças e em genótipos suscetíveis, o produtor pode realizar o controle de doenças com fungicidas, no entanto, esta prática deve ser sempre orientada por especialista para a escolha do produto correto e a época adequada de aplicação para que não se tenha problema com resíduo de fungicidas no milho colhido ou milho que vai para a indústria para ser envasado na forma de conserva.

## Referências

BROWN, A. F.; JUVIK, J. A.; PATAKY, J. K. Quantitative trait loci in sweet corn associated with partial resistance to Stewart's wilt, northern corn leaf blight, and common rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 91, p. 293-300, 2001.

COSTA, R. V. da; COTA, L. V. **Controle químico de doenças na cultura do milho**: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 125).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; LANZA, F. E. **Recomendações para o controle químico da mancha branca do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 167).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. Doenças. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da. Manejo de doenças na lavoura. **Agro DBO Tecnologia, Produção & Mercado**, São Paulo, v. 9, p. 40-43, 2012.

OLIVEIRA, E. de; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. de A. **Doenças do milho**: identificação e controle. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 84 p.

PATAKY, J. K.; RAID, R. N.; DU TOIT, L. J.; SCHUENEMAN, T. J. Disease severity and yield of sweet corn hybrids with resistance to northern leaf blight. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 57-63, 1998.

SHAH, D. A.; DILLARD, H. R. Yield loss in sweet corn caused by *Puccinia sorghi*: a meta-analysis. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 1413-1418, 2006.

SHAH, D. A.; DILLARD, H. R. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, p. 213-220, 2010.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3. ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.



## Capítulo 10

---

# Controle de pragas do milho-doce

Paulo Afonso Viana  
Simone Martins Mendes  
Ivan Cruz



## Introdução

O custo de produção de lavouras de milho-doce é mais elevado que o de produção de milho convencional, em razão do uso mais intensivo de irrigação e do maior emprego de insumos visando obter altas produtividades. O sistema produtivo geralmente utilizado visa a maior constância do produto para a comercialização através da maximização de utilização da área escalonada em várias épocas de plantio por ano, constituindo um hospedeiro permanente favorável ao desenvolvimento populacional de pragas.

Os insetos-praga são um dos fatores que contribuem para a redução de perdas na lavoura, bem como a qualidade das espigas. As espécies que ocorrem na cultura do milho-doce são as mesmas do milho destinado à produção de grãos. Entretanto, por causa de suas peculiaridades de cultivo, como a exploração da lavoura durante todo o ano, usando sistemas irrigados, e o escalonamento da produção, propicia um microclima que afeta diretamente a biologia, o comportamento e a distribuição de várias pragas, formando o que chamamos de ponte verde. Para o manejo destas pragas, a identificação correta e o emprego de métodos de controle adequados podem reduzir significativamente as perdas de produtividade. A tomada de decisão e a escolha do controle devem ser respaldadas em amostragens criteriosas realizadas no campo, procurando conjugar métodos físicos, biológicos e químicos. A adoção do manejo integrado de pragas (MIP) é uma prática que necessita ser exercitada visando obter maior eficiência no controle, redução de riscos para o produtor e para o consumidor, e menor impacto ambiental, além de obter a máxima produção de espigas comercializáveis.

Inicialmente a lavoura de milho-doce é atacada por pragas iniciais, cuja maioria apresenta o hábito subterrâneo. O ataque desses

insetos geralmente danifica as sementes, as raízes e o colo das plantas. Posteriormente, ocorrem as pragas de hábito aéreo, que atacam as folhas, o colmo, o pendão e as espigas.

## Descrição, danos e manejo das pragas

### Pragas subterrâneas

Entre as pragas que ocorrem após a semeadura, as mais importantes são as de hábito subterrâneo, sendo a sua incidência influenciada pelo cultivo peculiar utilizado no sistema produtivo do milho-doce. Essas pragas, por causa do seu habitat, têm a biologia, o comportamento e a distribuição afetados principalmente pelas condições de microclima proporcionadas pelo uso frequente de irrigação. Será dada ênfase às principais espécies que ocorrem no milho-doce, enfatizando as técnicas mais empregadas para o seu manejo.

**Lagarta-elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*)** – A lagarta é esverdeada, com anéis e listras vermelho-escuros, e mede cerca de 16 mm. O período larval varia de 14 a 20 dias, dependendo das condições ambientais. A lagarta recém-eclodida alimenta-se das folhas próximas ou em contato com o solo. A larva, à medida que cresce, penetra no colmo da planta logo abaixo do nível do solo, alimentando-se no seu interior. A planta de milho é atacada até atingir uma altura média de 35 cm. O dano é caracterizado pelo murchamento, pela seca das folhas centrais e morte da planta (VIANA, 2000). As folhas centrais destacam-se com facilidade ao serem puxadas (Figura 1).

Os fatores que favorecem o aumento populacional de elasmos estão associados a altas temperaturas, solos arenosos e de fácil drenagem e períodos de seca. Em sistema produtivo com uso de irrigação, essa praga geralmente



Foto: Paulo Afonso Viana

**Figura 1.** Lagarta-elasmos (*Elasmopalpus lignosellus*).

perde o status de primária. A alta umidade do solo atua como fator de controle em qualquer estágio do ciclo biológico do inseto, porém, é mais eficiente no início da fase larval, causando alta mortalidade. À medida que a lagarta se desenvolve, a mortalidade decresce (VIANA; COSTA, 1995). A maior umidade tem efeito negativo sobre o comportamento dos adultos, a seleção do local para oviposição e a eclosão das lagartas. As mariposas preferem depositar os ovos em solos mais secos. A umidade do solo mantida em torno da capacidade de campo reduz os danos da praga a níveis abaixo de perda econômica.

Práticas culturais também afetam a maior ou menor ocorrência da praga. A queima da palhada antes do plantio ou na colheita aumenta a incidência de elasmos, por causa da atração dos adultos para essas áreas. Essa prática também contribui para a destruição de inimigos naturais. A população da praga varia de acordo com o sistema de cultivo empregado. As mariposas preferem depositar os ovos em lavoura, onde o solo foi arado e gradeado, a depositá-los sob plantio direto.

Embora os inimigos naturais sejam um importante componente regulatório de população de insetos, o seu impacto sobre a lagarta-elasmos é considerado baixo. Este fato é atribuído ao habitat protegido da lagarta, no interior do colmo ou em uma câmara de teia e solo localizada logo abaixo da superfície.

A resistência genética natural encontrada em genótipos selecionados para o dano causado por essa praga tem sido considerada moderada, e seu emprego, no futuro, deverá ocorrer juntamente com outros métodos de controle.

O método de controle da lagarta mais comumente utilizado tem sido o químico, através do tratamento de sementes, pela sua praticidade, custo e eficiência. O Ministério da Agricultura mantém uma lista online de inseticidas registrados para essa finalidade (AGROFIT, 2003). A maioria dos inseticidas são à base de thiodicarb, carbofuran, carbosulfan e mais recentemente diamidas, que são largamente utilizados em áreas com histórico de ocorrência da praga. Entretanto, a eficácia desses inseticidas tem sido prejudicada em áreas onde tem ocorrido severa estiagem e consequentemente baixa umidade do solo.

É importante ressaltar que o uso conjunto de diferentes métodos de controle, sobretudo a compatibilização de estratégias culturais e inseticidas químicos, é recomendado para o manejo dessa praga, visando reduzir o seu potencial de danos, que em condições favoráveis pode trazer expressiva perda no estande da lavoura.

**Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*)** – A lagarta tem o formato cilíndrico, chegando a atingir o comprimento de 40 mm. A coloração é variável, predominando o cinza-escuro com listras lateral e dorsal, e a cabeça possui sutura em formato de “V”. As mandíbulas são compostas por dentes levemente arredondados. A denominação de “rosca” é oriunda do hábito que a lagarta possui de se enrolar quando tocada. A lagarta tem hábito noturno e secciona a planta logo acima do nível do solo. As plantas suscetíveis ao ataque da praga são aquelas inferiores a 35 cm de altura.

O nível de controle para a lagarta-rosca baseia-se na fase do desenvolvimento dela e no estágio de desenvolvimento da planta. Deve-se ressaltar

que quando o ataque ocorre no estágio em que a região de crescimento da planta se encontra abaixo do nível do solo, essa pode se recuperar quando as condições climáticas são favoráveis.

A lagarta-rosca é um inseto com maior ocorrência em solos mais úmidos, principalmente nos solos aluviais de baixada. Em milho-doce, onde a cultura anterior ou plantas daninhas são hospedeiras da praga, pode ocorrer infestação que causa danos para a lavoura, se nenhuma medida de controle for adotada.

Práticas culturais, como o revolvimento do solo através de aração e gradagem, que expõe as lagartas e pupas aos raios solares, são prejudiciais ao inseto, reduzindo assim sua população. A praga prefere ser hospedeira de várias plantas daninhas, principalmente corda-de-viola, guanxuma, unha-de-vaca, a ser do milho. Portanto, a manutenção da área a ser cultivada livre dessas plantas ajuda a diminuir a infestação na cultura. A realização de desseca antecipada também pode favorecer a redução da infestação desse inseto na área.

O controle biológico da lagarta-rosca não tem sido eficiente, principalmente pelo fato de a praga ficar escondida no solo, protegida contra os inimigos naturais (CRUZ, 1992). O controle químico pode ser feito com pulverização de inseticidas (AGROFIT, 2003), dirigindo-se o jato para o colo da planta. Quando se utiliza o controle para a lagarta-elasma, geralmente é também eficaz para a lagarta-rosca.

**Larva-da-vaquinha (*Diabrotica speciosa* e *D. viridula*)** – A espécie predominante no Brasil é a *D. speciosa*, embora em algumas épocas do ano a ocorrência da *D. viridula* seja representativa. As larvas são brancas, com cabeça marrom, têm uma placa quitinizada escura no último segmento abdominal e atingem 10 mm de comprimento. Os adultos medem cerca de

6 mm, têm coloração verde, cabeça marrom, élitros lisos com seis manchas amarelas e tíbias pretas (Figura 2).

Fotos: Simone Martins Mendes



**Figura 2.** Vaquinhas: *Diabrotica speciosa* (A) e *Diabrotica viridula* (B).

As larvas atacam as raízes do milho e os adultos podem causar dano nos estilo-estigmas na espiga, resultando em falhas na formação dos grãos. O dano nas raízes do milho ocasionado pela alimentação larval interfere na absorção de nutrientes e água e reduz a estabilidade das plantas, causando acamamento em situações de ventos fortes e de alta precipitação pluviométrica. A distribuição das larvas ocorre em reboleira e o número de larvas varia de 0 a 100 por planta.

Existe carência de informações básicas sobre essa praga em relação à capacidade de emigração, influência do habitat (solo) e do manejo de culturas sobre a população, ocorrência de inimigos naturais e estratégia de controle (inseticidas e métodos de aplicação). O método de amostragem utilizado para larva de *D. speciosa* é feito através da coleta de amostra de solo, que é peneirando sobre um plástico preto, onde as larvas são localizadas visualmente. Conforme Viana (2010), densidade média acima de 9,3 larvas por planta causa danos significativos no sistema radicular do milho.

A umidade do solo é um dos fatores a ser considerado no manejo dessa praga. Ensaio de campo evidenciaram uma maior incidência de

larvas em solos com maior umidade e menor ocorrência em solos com baixa umidade. O método de preparo de solo também tem mostrado influência sobre a dinâmica populacional desse inseto. A maior ocorrência de larvas tem sido registrada para áreas com preparo do solo em relação às de plantio direto (VIANA, 2010).

No Brasil, o controle da larva de *D. speciosa* é pouco realizado na lavoura de milho e tem se baseado quase exclusivamente no emprego de inseticidas químicos. Os inseticidas são utilizados em tratamento de sementes ou em pulverização no sulco de plantio (AGROFIT, 2003). Embora em outros países se tenha referência de cultivares de milho com resistência a outras espécies de *Diabrotica*, inclusive com a tecnologia Bt, trabalhos visando resistência genética natural a essa praga são incipientes no Brasil. A ocorrência do controle biológico da praga tem sido relatada através dos inimigos naturais *Celatoria bosqi*, *Centistes gasseni*, e dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. Além disso, nematoides entomopatogênicos das famílias Steinernematidae e Heterorhabditidae (Rhabditida) são agentes de controle biológico promissores e particularmente efetivos, quando aplicados a insetos que habitam ou que passam uma fase de vida no solo (AGUILLERA et al., 2001; SANTOS, 2009).

**Bicho-bolo, coró ou pão-de-galinha (*Eutheola humilis*, *Dyscinetus dubius*, *Stenocrates* sp., *Liogenys* sp.)** –

As larvas possuem três pares de pernas e são de coloração branco-leitosa, têm formato de “U”, e medem de 20 mm a 30 mm de comprimento (Figura 3).

O período larval é variável para as diferentes espécies e pode atingir até 20 meses nesse estágio no solo. As larvas danificam as sementes após o plantio,



Foto: Ivan Cruz

**Figura 3.** Bicho-bolo ou coró (*Eutheola humilis*).

prejudicando sua germinação, além de alimentarem-se das raízes, provocando o definhamento e a morte das plantas. A população do inseto é geralmente grande em áreas cultivadas anteriormente com gramíneas, como é o caso de pastagem. A incidência da praga tem sido grande em lavouras de milho safrinha, instaladas em semeadura direta sobre a resteva da soja. Não tem sido relatada diferenciação na população dessa praga entre lavouras irrigada ou de sequeiro.

Agentes de controle biológico natural de larvas do bicho-bolo são nematoides entomopatogênicos, bactérias, fungos, principalmente *Metarhizium* e *Beauveria* sp. e parasitoides da ordem Diptera. Ávila e Rumiatto (1997) sugeriram o preparo de solo com implementos de disco, como alternativa de controle cultural da larva. Com essa prática, ocorre o efeito mecânico sobre as larvas, que possuem corpo mole, aumentando a exposição à radiação solar e aos inimigos naturais, especialmente pássaros. Inseticidas utilizados para outras pragas subterrâneas têm apresentado baixa eficiência para o controle da larva do bicho-bolo.

**Percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*)** – De acordo com a espécie, o inseto varia de tamanho entre 6 mm e 8 mm de comprimento. O corpo é de coloração castanha e as pernas anteriores são adaptadas para escavar o solo. O percevejo ataca o milho, acarretando sérios prejuízos em áreas localizadas. As ninfas e os adultos alimentam-se nas raízes e sugam a seiva. Quando o ataque é severo, causa o definhamento e a morte da planta.

A praga prefere solo úmido para viver e causa maior dano nesta condição, enquanto, em solo seco, o inseto aprofunda-se à procura de umidade. A sua presença pode ser constatada durante o preparo do solo, através do cheiro característico dos percevejos. A aração e a gradagem expõem os insetos a predadores e causam sua morte por esmagamento de ninfas e adultos (AMARAL et al., 1999). O fungo *Metarhizium anisopliae* é um agente

de controle biológico da praga, e a sua eficiência está relacionada com a época de revoada do percevejo, que também indica a hora de pulverização.

Em razão do hábito subterrâneo desse inseto, o controle do percevejo é difícil de ser realizado. A recomendação de uso de inseticidas tem sido de maneira preventiva, em situações em que o histórico ou a amostragem indicam, utilizando inseticidas à base de fipronil, pulverizado no sulco de plantio, ou terbufós, grânulos aplicados no sulco.

**Larva-aramé (*Conoderus spp.*, *Melanotus spp.*)** – A larva é de coloração marrom, tem corpo rígido (quitinizado) e varia de 20 mm a 40 mm de comprimento. Os adultos depositam os ovos no solo entre as raízes das plantas. As larvas danificam o sistema radicular, podendo construir galerias e destruir a base do colmo. Os danos provocados pela larva-aramé são geralmente mais severos em plantio de milho após pastagem ou em local de plantio direto. Na condição onde o solo não é revolvido, cria-se uma condição propícia para o desenvolvimento do inseto.

A umidade do solo é um fator importante também no manejo dessa praga. Em áreas irrigadas, o inseto localiza-se nas camadas superficiais do solo, causando severo ataque ao sistema radicular do milho. Para auxiliar no manejo da larva-aramé, deve-se espaçar as irrigações o máximo possível para melhor drenar a camada agricultável do solo, forçando assim a larva a aprofundar-se no solo, reduzindo o dano nas raízes. Experimentalmente, os inseticidas chlorpyrifos e terbufos têm mostrado eficácia no controle desta praga.

## Pragas da parte aérea da planta

Várias pragas atacam a parte aérea da planta do milho-doce. As seguintes espécies destacam-se pela importância econômica e pela frequência de ocorrência:

**Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)** – essa espécie é considerada a principal praga da cultura do milho no país, independentemente do destino da produção. A lagarta apresenta coloração variável de pardo-escura, verde até quase preta e possui um Y invertido na parte frontal da cabeça (Figura 4). Quando totalmente desenvolvida, atinge cerca de 40 mm de comprimento. O ataque ocorre desde a fase de plântula até o pendoamento e o espigamento da lavoura. As lagartas, ainda pequenas, raspam as folhas, deixando áreas transparentes, e à medida que vão crescendo, localizam-se no cartucho da planta, destruindo-o (Figura 4).

Fotos: Simone Martins Mendes



**Figura 4.** Folha de uma planta de milho danificada pela lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (A) e lagarta totalmente desenvolvida, com cerca de 40 mm (B).

A ocorrência mais severa para a produção do milho-doce é quando a lagarta ataca a espiga, perfurando a região central, inviabilizando-a para o consumo. A lagarta pode também seccionar o colmo de plântulas e ficar localizada no solo, assemelhando-se à lagarta-rosca.

A lagarta-do-cartucho tem vários inimigos naturais importantes que atuam como reguladores da população. Os principais são a tesourinha *Doru luteipes* e os parasitoides *Trichogramma* spp., *Telenomus* sp., *Chelonus insularis* e *Campoletis flavicincta* (CRUZ, 1995). Esses insetos benéficos alimentam-se de ovos e/ou larvas, eliminando a praga antes que ocorram danos significativos. Várias doenças de *S. frugiperda* têm sido relatadas, como os fungos *Nomuraea rileyii*, *Botrytis rileyi*, *Beauveria globulifera*; o vírus *Baculovirus*; bactérias *Bacillus thuringiensis* e outros agentes etiológicos de menor importância, como nematoides e protozoários. Avaliação do baculovírus desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo tem mostrado que a eficiência no controle da praga é comparável à dos inseticidas químicos convencionais, atingindo 86% de efetividade. Esses organismos possuem as vantagens de serem altamente seletivos e não prejudicarem o meio ambiente e o ser humano.

O principal método de controle da lagarta em milho-doce é o controle químico com inseticidas. Existem inúmeros inseticidas disponíveis no mercado. Os grupos mais comuns são os fisiológicos, que atuam no crescimento do inseto, e os de origem biológica, com baixa toxicidade para os organismos benéficos, homem e animais. Existem ainda os inseticidas tradicionais, principalmente os piretroides, organofosforados e carbamatos, que diferem de acordo com a eficiência, a seletividade aos inimigos naturais e a toxicidade. Normalmente, a aplicação desses inseticidas é realizada através de pulverizadores costais ou tratorizados, e alguns podem ser utilizados via água de irrigação por aspersão (VIANA; COSTA, 1998).

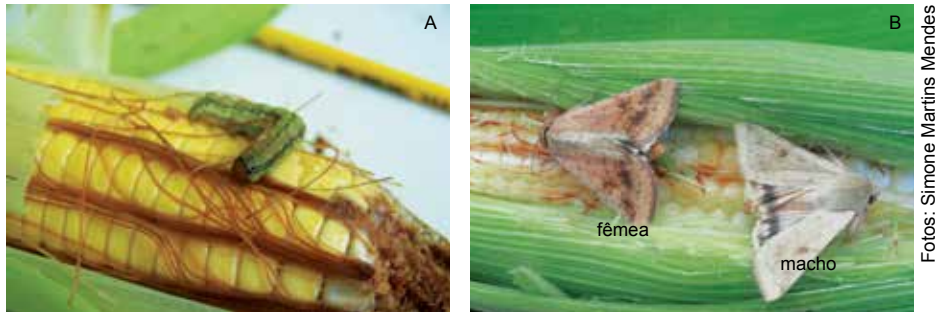
Mais recentemente está sendo lançada no mercado brasileiro mais uma opção para o manejo desses lepidópteros-praga. Trata-se do milho-doce com a tecnologia Bt. As variedades foram transformadas com o evento MON89034, que expressa as proteínas Cry2ab2 e Cry1A.105 (VTPRO®). Nesse caso é importante enfatizar que o produtor deve ter as mesmas precauções para o plantio, ou seja, plantio de área de refúgio e área de coexistência. Área de refúgio é necessária para a manutenção da vida útil da tecnologia Bt, para manter a suscetibilidade dos lepidópteros às proteínas por mais tempo. Área de coexistência é necessária para que o vizinho mantenha a opção de plantar o não transgênico. Nesse caso é necessário deixar 100 m de distância para outras lavouras, ou 20 m se forem plantadas 10 linhas de milho não transgênico nas fileiras, para evitar o fluxo de pólen do milho Bt<sup>2</sup>.

**Lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*)** – É uma das principais pragas na exploração do milho-doce para o consumo in natura ou para a indústria de enlatados. Além do dano direto causado pela lagarta na espiga, ocorre também a depreciação visual ocasionada pela presença do inseto. A lagarta possui coloração variável de verde-clara, creme a quase preta, com partes mais claras sobre o corpo. Completamente desenvolvida, mede cerca de 35 mm de comprimento. A lagarta recém-eclodida alimenta-se do cabelo da espiga do milho e, à medida que cresce, danifica os grãos (Figura 5).

Um fator importante no manejo dessa praga é o bom empalhamento de espigas, uma vez que cultivares bem empalhadas são menos danificadas pela lagarta-da-espiga. O uso de inseticidas é o método mais comumente utilizado para o controle da lagarta. O maior desafio é determinar a época correta para a aplicação do inseticida. O período que a lagarta é mais

---

<sup>2</sup> Em caso de dúvidas, veja os links <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstreamitem/55118/1/Area-refugio.pdf> (ÁREA..., 2015) e <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2421997/cientistas-alertam-para-a-importancia-da-area-de-refugio-no-controle-de-pragas> (CIENTISTAS..., 2015).



**Figura 5.** Lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) se alimentando do cabelo da espiga (A) e casal adulto (mariposas) fêmea e macho de *H. zea* (B).

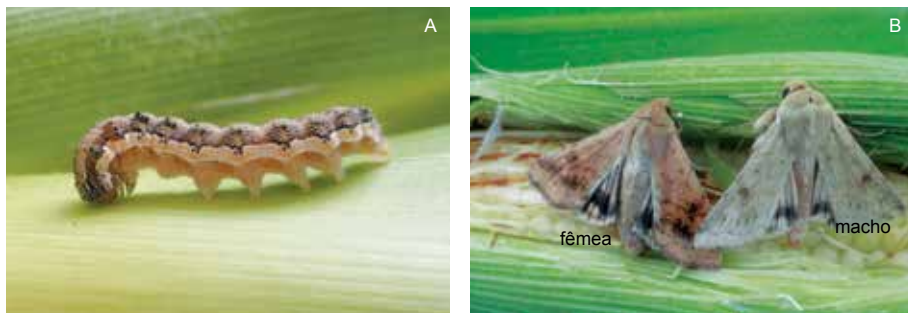
vulnerável ao controle é logo após a sua eclosão. Nesta fase, a praga alimenta-se do cabelo da espiga e está sujeita à ação do inseticida. Com o desenvolvimento larval, o inseto penetra no interior da espiga, tornando o controle extremamente difícil. Também para essa espécie de praga, a proteína Bt expressa em algumas cultivares que estão sendo lançadas tem grande eficiência, sobretudo por ser expressa nos estilo-estigma, que podem controlar as lagartas recém-eclodidas.

A maioria dos inimigos naturais da lagarta-da-espiga são os mesmos que atuam também sobre a lagarta-do-cartucho. A implementação de um programa de controle biológico é uma medida sustentável que deve ser encorajada para a produção de milho-doce em escala comercial. A característica de uma exploração contínua pode ser um facilitador na manutenção da população de inimigos naturais na lavoura.

**Lagarta (*Helicoverpa armigera*)** – É uma praga recentemente introduzida no Brasil, que vem causando prejuízos para a cultura do milho. A lagarta ataca preferencialmente as estruturas reprodutivas da planta, como pendão, cabelos e grãos na espiga. Os ovos são branco-leitosos, depositados normalmente no cabelo do milho. As lagartas iniciam se

alimentando do cabelo do milho, à medida que se desenvolvem passam para o interior da espiga, causando danos semelhante aos da lagarta-da-espiga (*H. zea*), e completam o ciclo em torno de duas semanas. Nos primeiros instares larvais apresentam coloração branco-amarelada. À medida que as larvas crescem, começa a apresentar coloração variada, sobretudo em função do alimento, que vai do amarelo ao verde, apresentando listras de coloração marrom lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça. A partir do quarto instar, as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros e bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal, os quais são dispostos na forma de semicírculo, aparentando formato de sela, sendo esta característica determinante para a identificação de lagartas de *H. armigera* (ÁVILA et al., 2013) (Figura 6A e 6B). A fase de pupa é no solo, e o ciclo demora em torno de 30 dias para se completar.

Fotos: Simone Martins Mendes



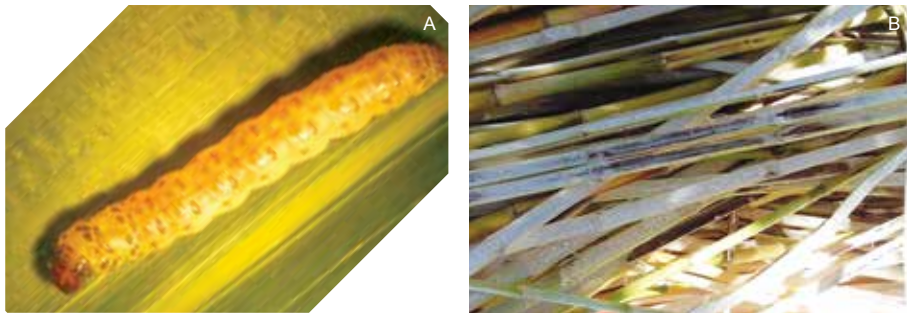
**Figura 6.** Lagarta *Helicoverpa armigera* (A) e casal de adultos (mariposas) fêmea e macho da *H. armigera* (B).

Essa espécie é conhecida por sua grande capacidade de apresentar rápida resistência a inseticidas químicos, e assim eles precisam ser usados com rotação de princípio ativo, desde que necessário. Os produtos registrados para essa lavoura estão disponíveis em Agrofit (2003).

Medidas de controle biológico são desejáveis em função da dificuldade de atingir essa espécie com controle químico. Destaca-se o controle biológico com o biopesticida baculovírus, disponível comercialmente, produto esse usado com grande sucesso em outros países.

O uso de milho Bt também tem ação sobre essa espécie, uma vez que as proteínas são expressas nos estilo-estigamas e podem auxiliar o controle das lagartas recém-eclodidas.

**Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*)** – A lagarta apresenta a cabeça marrom e o corpo esbranquiçado, com inúmeros pontos escuros, e após completamente desenvolvida atinge cerca de 3 cm de comprimento (Figura 7). Essa praga tem constituído um sério problema para a cultura do milho em geral, principalmente na região do Brasil Central. Em condições de ataque intenso, a planta seca precocemente e pode se tornar improdutivo.



Fotos: Simone Martins Mendes

**Figura 7.** Broca-da-cana-de-açúcar (A) e danos causados aos colmos de milho (B).

Em sistemas de produção contínuo de milho-doce, essa praga tem causado danos no enchimento dos grãos, quebramento do colmo e favorecimento de infecção por microrganismos das galerias causadas pela broca, levando o agricultor a utilizar o tratamento químico. Inicialmente, a broca

alimenta-se das folhas do milho para posteriormente penetrar no colmo, dificultando o seu controle com inseticidas. A aplicação de inseticidas para controlar eficientemente esse tipo de praga só é viável quando visa lagartas de primeiro e segundo instar, que ainda não penetraram no colmo. Os produtos com registro para essa praga em milho estão listados em Agrofitt (2003). Resultados experimentais têm mostrado eficiência no controle da broca com alguns inseticidas aplicados quando a lagarta ainda se encontra alimentando-se nas folhas. Tradicionalmente, em ambientes estáveis da cultura canavieira, o controle desse inseto tem sido realizado com sucesso através do controle biológico.

**Curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*)** – A lagarta ocorre em grande número na planta, possui coloração verde-escura, com estrias longitudinais castanho-escuras, limitadas por estrias amarelas e atinge cerca de 50 mm de comprimento. A locomoção é do tipo “mede palmo”. Ela se alimenta das folhas do milho, deixando somente a nervura central. Embora não seja considerada uma praga primária, a tomada de decisão para o controle após a determinação de sua ocorrência deve ser bastante rápida, em razão do seu elevado potencial destrutivo. As infestações geralmente desenvolvem-se em gramíneas ao redor da cultura e, quando ocorre competição por alimento, as lagartas emigram para a lavoura de milho-doce. Para se evitar danos pelo ataque dessa lagarta, são necessárias vistorias frequentes na lavoura, principalmente em áreas vizinhas às pastagens. Para o controle da lagarta, nem sempre é necessário aplicar o inseticida em toda a lavoura. Geralmente, a infestação inicia-se pelas bordas laterais, e a pulverização localizada sobre a área infestada é eficiente para o controle. Apesar do tamanho, a lagarta é bastante sensível à ação da maioria dos inseticidas recomendados para o controle de outras lagartas.

**Cigarrinha-do-milho (*Daubulus maidis*)** – O adulto da cigarrinha possui a coloração palha e mede cerca de 3 mm de comprimento. Na cabeça, apresenta duas manchas escuras, e no último par de pernas tem duas fileiras de espinhos bem visíveis. A cigarrinha é o vetor da doença denominada enfezamento, causada por dois mollicutes, enfezamento-pálido (espiroplasma) e enfezamento-vermelho (fitoplasma), e também pelo vírus do raiado fino. Segundo Waquil (2000), as perdas na lavoura de milho são acentuadas, dependendo da suscetibilidade das cultivares, do patógeno envolvido e das condições ambientais. Nos últimos anos, a cigarrinha do milho tornou-se uma praga de grande importância para a cultura do milho em geral. A situação agrava-se para o produtor de milho-doce, por causa do sistema contínuo de produção, proporcionando hospedeiro preferencial da praga durante o ano todo. Geralmente, os sintomas de ataque aparecem depois de 4 a 7 semanas. Os danos diretos causados pela cigarrinha às plantas decorrem da sucção de seiva e da transmissão de doenças, ocasionando, em alta população da praga, murcha e seca das plantas. Tanto o adulto como as ninfas localizam-se na região do cartucho das plantas e são muito ágeis, deslocando-se lateralmente ou voando quando molestadas.

Cultivares resistentes apresentam uma boa perspectiva para o controle dessa praga. Porém, até o momento, não foram identificadas cultivares de milho com essa característica. Medidas culturais, como a eliminação das plantas voluntárias provenientes de sementes da colheita anterior; o plantio mais cedo; a redução da população da praga, para evitar plantios sucessivos e contínuos onde é possível cultivar mais de uma safra por ano. A opção do tratamento de sementes foi avaliada experimentalmente e mostrou eficácia no controle do adulto da cigarrinha, reduzindo significativamente a incidência de doenças (WAQUIL; VIANA, 1996).

## Pragas de ocorrência secundária

Esse grupo de praga tem ocorrência pontual em determinadas épocas e regiões, e, se a infestação for elevada, pode causar danos e prejuízos para o produtor rural.

**Pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maydis*)** – O pulgão-do-milho, apresenta coloração verde-azulada a negra, mede cerca de 1,5 mm de comprimento, sendo um inseto sugador de seiva, vetor de virose, principalmente mosaico. A praga vive em colônias e elimina dejeções líquidas, onde se desenvolve um fungo negro (fumagina), e suas colônias são geralmente encontradas no interior do cartucho e no pendão das plantas.

Vários inimigos naturais parasitam e predam o pulgão-do-milho, mantendo sua população sob controle. Fatores climáticos, como vento, chuvas e irrigação, são também desfavoráveis à biologia do inseto. O controle químico somente é justificável em altas populações, principalmente quando coincide com o pré-florescimento, podendo nesse caso acarretar perda econômica na lavoura. A infestação do pulgão nesse estágio prejudica a formação de grãos, originando, na colheita, espigas pequenas com grãos com aparência de frouxos.

**Percevejos (*Dichelops* spp., *Nezara viridula*, *Leptoglossus zonatus*)** – Tem-se observado a ofensiva do percevejo-marrom (*Dichelops*) e do percevejo-verde (*Nezara*) no início do desenvolvimento do milho, atacando a base do colmo, causando estrias brancas nas folhas localizadas no interior do cartucho, podendo ocorrer, posteriormente, perfilhamento das plantas. Esses insetos são pragas importantes na cultura da soja e recentemente têm atacado também o milho, cujos danos são agravados em caso de seca. O controle desses insetos tem sido realizado através de tratamento de sementes e com pulverizações da palhada e/ou dirigidas para o colo das plantas.

O percevejo-marrom (*Leptoglossus*) ataca as folhas e a espiga do milho. Na espiga, o inseto insere o estilete através da palha para se alimentar do grão em formação. Na colheita, o grão atacado apresenta manchas e redução de tamanho. Não tem sido utilizado nenhum método de controle para essa praga.

**Ácaros (*Tetranychus urticae* e *Catarhinus tricholaenae*)** – A praga parece uma aranha minúscula, tem coloração esverdeada-translúcida, mede cerca de 0,5 mm de comprimento e forma grandes colônias recobertas com teias na parte ventral da folha. Os ácaros ocorrem na fase inicial de desenvolvimento da lavoura. O ataque nas folhas causa descoloração, amarelecimento e seca da planta. A praga pode evoluir rapidamente para um caráter endêmico, em razão do desequilíbrio biológico causado pelo uso incorreto de inseticidas.

**Tripes** – São insetos de tamanho reduzido, medindo cerca de 2 mm, e apresentam coloração branco-leitosa a amarela. O adulto é facilmente reconhecido por apresentar as asas franjadas. Os insetos raspam e sugam as folhas e podem causar danos às plântulas de milho. O ataque em plantas novas mostra uma aparência esbranquiçada na folha, que evolui para o dessecamento. As plantas mais desenvolvidas praticamente não são prejudicadas pelo ataque desse inseto. A manutenção da umidade ideal na lavoura de milho-doce em áreas irrigadas favorece a recuperação das plantas atacadas pelos tripses.

## Referências

AGROFIT. **Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 27 maio 2015.

AGUILLERA, M. M.; VOSS, M.; PARON, M. J. F. O.; SALVADORI, J. R. Controle biológico de *Diloboderus abderus* (Coleoptera: Melolonthidae): estudos preliminares com nematoides

entomopatogênicos (Nematoda: Steinernematidae e Heterorhabditidae). In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 202-207. (Embrapa Soja. Documentos, 172).

AMARAL, J. L.; VALDIVINO, B.; SOUZA, J. R.; MEDEIROS, M. O. Efeito dos tipos de preparação do solo e dos modelos alternativos de formação de pastagens do controle do percevejo castanho (*Scaptocoris castanea* Perty, 1830). In: WORKSHOP PERCEVEJO CASTANHO DA RAIZ, 1999, Londrina, PR. **Ata e resumos:** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 47. (Embrapa Soja. Documentos, 127).

ÁREA de refúgio: recomendações de uso para o plantio de milho transgênico Bt. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 1 folder. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55118/1/Area-refugio.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

ÁVILA, C. J.; RUMIATTO, M. Controle químico-cultural do “coró” *Liogenys* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae) em trigo (*Triticum aestivum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997, Salvador. **Resumos.** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997. p. 309.

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23).

CIENTISTAS alertam para a importância da área de refúgio no controle de pragas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2421997/cientistas-alertam-para-a-importancia-da-area-de-refugio-no-controle-de-pragas>>. Acesso em: 19 set. 2015.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Prevenção e controle das pragas do milho e sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 21., 1992, Porto Alegre. **Conferências.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1992. p. 210-233.

SANTOS, V. **Potencial de nematoides entomopatogênicos (Rhabditida: Steinernematidae e Heterorhabditidae) para o controle de *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae).** 2009. 46 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIANA, P. A. Elasmó no milho. **Cultivar,** Pelotas, n. 13, p. 27-28, 2000.

VIANA, P. A. **Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 141).

VIANA, P. A.; COSTA, E. F. da. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação

por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 451-458, 1998.

VIANA, P. A.; COSTA, E. F. da. Efeito da umidade do solo sobre o dano da lagarta elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) na cultura do milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina v. 24, p. 209-214, 1995.

WAQUIL, J. M. A doença vem da cigarrinha. **Cultivar**, Pelotas, v. 2, n. 14, p. 14-16, 2000.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Eficiência do tratamento do solo ou da semente no controle de *Dalbulus maidis* em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 319.



## Capítulo 11

---

# Controle biológico de pragas do milho-doce

Ivan Cruz  
Sinval Resende Lopes  
Maria de Lourdes Correa Figueiredo  
Paulo Afonso Viana  
Simone Martins Mendes



## Introdução

A maior demanda da produção do milho-doce é oriunda da agroindústria, especialmente para produção de enlatados (conserva) ou para comercialização in natura. Para a agroindústria de enlatados de milho-doce é de capital importância que o produto final seja de alta qualidade, incluindo neste caso a ausência de insetos e de danos causados por eles. Obviamente, quanto maior a qualidade de produto recebido, melhor será a remuneração de quem produz. Uma vez que o produto é entregue para a agroindústria, não há como efetuar o controle de insetos, e, portanto, a intensidade da injúria verificada na espiga é fator de depreciação do produto. Ou seja, o produtor será penalizado, tendo redução no valor recebido, que será tanto maior quanto maior o índice de ataque das pragas. Assim, atender as exigências da agroindústria significará maior lucratividade para o produtor. Além desta perda qualitativa na agroindústria, no campo, pode haver também perdas em produtividade de espigas em virtude da incidência de espécies de pragas durante a fase vegetativa. Por exemplo, Cruz et al. (1999) demonstraram a maior suscetibilidade do milho-doce ao ataque da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), cuja consequência da injúria ocasionada pela praga foi a redução em 57,6% nos rendimentos dos grãos, comparados aos rendimentos obtidos com a mesma população de praga em milho-branco (28,9%) e milho normal (21%).

Informações sobre as principais espécies de insetos fitófagos, associados ao cultivo de milho de modo geral, podem ser encontradas em Cruz et al. (2008d) e Cruz (2010). Uma análise do risco potencial das pragas de milho no Brasil, incluindo a espécie recentemente introduzida no país, *Helicoverpa armigera*, pode ser vista em Cruz et al. (2013).

A importância do controle biológico como ferramenta para o manejo de pragas tanto em sistema convencional como em sistema orgânico de

produção, incluindo milho normal, milho-verde comum ou milho para conserva (minimilho) tem sido enfatizada nos últimos 20 anos por Cruz (1994, 1995b, 1995b, 2002a, 2002b, 2007, 2008a, 2008b, 2008c, 2009, 2015) e Cruz et al. (1994). Informações ilustradas sobre os principais agentes de controle biológico associados às pragas de milho foram disponibilizadas por Cruz (2008c). Segundo Cruz et al. (2013), os agentes de controle biológico são fundamentais em qualquer programa de manejo integrado, particularmente, no caso das espécies de Lepidoptera. No milho-doce, especialmente no caso da agroindústria de conservas, o controle biológico de insetos-pragas torna-se ainda mais importante pela característica de utilização e consumo do grão de milho ainda muito novo. Haverá sempre a probabilidade de se ter resíduos de produtos químicos acima do limite permitido, quando da utilização de pulverizações direcionadas para o controle dos insetos na espiga. Adicionalmente, a possibilidade de a praga já se encontrar no interior da espiga e, portanto, protegida pela palha, é causa de insucesso na pulverização. Alternativamente, o uso de plantas geneticamente modificadas, como o milho Bt, apresenta duas limitações principais, que são a baixa eficiência no controle das pragas da espiga (menor expressão da toxina de Bt) e a rejeição por parte do consumidor por produtos agrícolas geneticamente modificados.

## Pragas chaves do milho-doce

Como já é reconhecido, apesar de incidência de diferentes espécies de insetos-pragas no milho-doce, poucas são aqueles que anualmente estão presentes com população suficiente para causar prejuízos econômicos. É o que ocorre com a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) durante toda a fase de desenvolvimento vegetativo do milho-doce, e com o complexo de pragas da espiga, representado pela lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*)

a lagarta-pequena (*Dichomeris famulata*) a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) e a própria lagarta-do-cartucho, como apontado por Cruz et al. (2013). Especificamente para o milho-doce, deve ser incluída a mosca *Euxesta* no complexo de pragas da espiga, representada no Brasil por duas espécies *E. eluta* e *E. mazorca* (CRUZ et al., 2011). Para que se alcance sucesso no controle biológico é fundamental que se tenha em mente aquelas espécies consideradas chaves.

## Inserção do controle biológico no manejo integrado de pragas

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma estratégia utilizada para controlar uma praga que combina controle biológico, cultural e outras medidas alternativas ao controle químico, cujo uso será gradativamente reduzido e em situação específica. O objetivo do MIP é manter os níveis populacionais das pragas abaixo do nível econômico de danos, ao mesmo tempo em que minimiza os efeitos danosos sobre a saúde do ser humano e sobre os recursos ambientais. Portanto, o controle biológico é a base do manejo integrado.

Uma das principais consequências advindas do uso de pulverizações com produtos químicos é o desequilíbrio biológico pela redução drástica de agentes de controle biológico natural, tanto da praga-alvo da pulverização quanto daqueles que mantêm determinadas espécies de insetos fitófagos com populações abaixo do nível de dano econômico. Ao contrário, a utilização de um método biológico para o controle de uma espécie de praga não afeta o desempenho de outros agentes biológicos importantes na regulação da população de espécies fitófagas, mantendo-as como secundárias. Por exemplo, a espécie de tripses *Frankliniella williamsi*, que

ocorre logo após a emergência da planta de milho, muitas vezes não atinge população suficiente para causar prejuízos econômicos, pela presença do predador *Orius insidiosus*. Muitos outros exemplos podem ser encontrados na literatura científica, como é o caso da agricultura orgânica, em que por lei não se pode utilizar medidas químicas para o controle de pragas, que depende de métodos biológicos (CRUZ et al. , 2011).

## Controle biológico aplicado ao milho-doce

O avanço no conhecimento sobre os agentes de controle biológico de pragas associadas ao milho, especialmente aquelas da ordem Lepidoptera, e a disponibilização comercial tanto de alguns destes insetos benéficos como de kits contendo armadilha e feromônio sexual sintético são fatores fundamentais para se ter sucesso no controle biológico em milho.

Estrategicamente, o controle biológico pode ser utilizado por meio da liberação de uma grande quantidade de insetos benéficos (liberação inundativa) e/ou por meio de liberações periódicas com quantidade menores de insetos (liberação inoculativa). Tais insetos são oriundos de criações em biofábricas e caracterizam o método aplicado de controle biológico. Igualmente importante é a utilização do controle biológico natural, conseguido pela atuação dos insetos benéficos que já se encontram na área-alvo. Obviamente, em áreas onde tradicionalmente se utiliza o método químico como opção preferencial de controle de pragas em geral, a ocorrência natural de insetos benéficos é insignificante. Portanto, num programa inicial de controle biológico, o maior impacto sobre a população da praga-alvo advém das liberações inundativas e/ou inoculativas. Gradativamente, há aumento da população de outros agentes de controle biológico que podem tanto contribuir para a redução da população da praga-alvo das liberações como para a redução da população de outras espécies fitófagas

numa situação de equilíbrio e abaixo do nível de dano econômico. A utilização de estratégias que permitam a preservação de todos os agentes de controle biológico deve ser rotineira na área produtiva.

## Estratégias do MIP com ênfase no controle biológico

Conforme já salientado, o controle biológico é um dos principais pilares do manejo integrado de pragas. Independentemente do sistema de cultivo do milho, incluindo aqui o milho-doce, o MIP deve seguir os mesmos passos. O primeiro deles é buscar o reequilíbrio do sistema agrícola, especialmente visando o aumento da população de insetos benéficos em número de espécies e número de indivíduos por espécie. Uma maneira simples de se conseguir este reequilíbrio é propiciar, nas proximidades da área de milho, condições para a sobrevivência dos agentes de controle natural. Cultivos de plantas que ofereçam abrigo, alimentação alternativa e condições para multiplicação das espécies benéficas pode ser o diferencial na regulação da população de insetos-pragas. Manutenção nas bordas do cultivo de milho de plantio de algumas fileiras de sorgo, girassol mexicano ou crotalária tem sido sugerida como adequada para compor a paisagem agrícola visando o aumento da biodiversidade de insetos benéficos.

O segundo passo para a implantação do MIP com ênfase no controle biológico é o foco na praga-chave, para a qual já se tem determinado o nível de dano econômico (NDE). Tal nível de dano econômico nada mais é que o nível populacional da praga com potencial para causar redução na produtividade cuja perda monetária seja equivalente, no mínimo, ao custo de seu controle. Este conceito, como pode ser percebido, é puramente econômico. Numa análise mais aprofundada, há de se considerar também os custos adicionais gerados pelos impactos colaterais do método de controle

escolhido, por exemplo, a eliminação de agentes de controle biológico e/ou insetos benéficos, como os polinizadores.

Uma vez que se conhece o nível de dano econômico, o passo seguinte do MIP é confrontar o valor referência para o NDE da praga-alvo com o valor real nas condições de campo. Ou seja, tal valor real é obtido através de amostragens. Valor real encontrado igual ou superior ao NDE de referência sugere a necessidade de entrar com medidas de controle. Por exemplo, para a lagarta-do-cartucho, o valor referência é de 10% de plantas atacadas.

O critério para determinar o valor real da infestação tem sido baseado na presença da praga ou de sua injúria. Em ambos os casos não se tem boa eficiência, pois quando for baseado na presença da lagarta, fatalmente haverá danos adicionais pelo manuseio da planta, e quando for baseado na injúria, corre-se o risco de considerar uma planta sem danos aparente, mas que contenha no seu interior, notadamente no cartucho, a presença da lagarta. Na realidade, estes critérios têm sido utilizados tradicionalmente para determinar a necessidade de controle via pulverização, principalmente com produtos químicos. Mais recentemente, Cruz et al. (2012) demonstraram a maior eficiência no monitoramento de *S. frugiperda* utilizando armadilhas de piso colante associadas ao feromônio sexual sintético da praga em relação aos outros métodos de monitoramento. A armadilha foi posteriormente utilizada para determinar, com sucesso, a liberação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* em milho (FIGUEIREDO et al., 2015).

A terceira estratégia do MIP baseado no controle biológico é a escolha do agente de controle biológico e o método de liberação em campo. Considerando as espécies de Lepidoptera como pragas mais importantes do milho-doce, com destaque para *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp., a liberação inundativa da vespa *Trichogramma* tem sido a melhor opção.

Finalmente, uma importante estratégia do MIP é o conhecimento e a valorização do papel dos insetos benéficos na área-alvo.

## Controle biológico aplicado de *S. frugiperda*

Por ser a espécie mais importante do milho, convencional ou especial, como o milho-doce, a *S. frugiperda* é a praga mais estudada em *Zea mays* (CRUZ, 1995a) e também o foco principal para o controle biológico. A captura média de três mariposas por armadilha, considerando uma densidade de uma para cada cinco hectares, é o indicativo de que a população de *S. frugiperda* poderá atingir o nível de dano econômico e, conseqüentemente, causar prejuízos econômicos, se não for utilizada alguma medida de controle.

Considerando que a mariposa de *S. frugiperda* voa praticamente o ano todo (CRUZ et al., 2011), para que se tenha precisão no monitoramento, a armadilha de feromônio deve ser colocada no campo, logo após o plantio do milho. Esta determinação é importante para todo sistema produção de milho, e particularmente fundamental no caso do milho-doce, em que são feitos plantios escalonados ao longo do ano. A captura de três mariposas é suficiente para que se tenha na área de produção uma população de lagartas capaz de causar danos econômicos. Considerando que a armadilha foi colocada no campo um pouco antes da emergência da planta, a captura de mariposa sinaliza a chegada da praga na área, porém, ainda sem a presença de posturas na planta, mas a oviposição está próxima.

## Liberação da vespa *Trichogramma*

A vespa *Trichogramma* é um agente de controle biológico exclusivos de ovos, notadamente de Lepidoptera, como a espécie *S. frugiperda*.

Portanto, há necessidade de sincronismo da presença de ovos da praga com a presença da vespa adulta. Ao contrário das pulverizações quando há necessidade de cobertura do produto aplicado em todas as plantas e especialmente sobre a praga-alvo, a vespa *Trichogramma*, uma vez liberada na área, por si só busca o local onde se encontra o ovo. Em função desta grande capacidade de busca, não há necessidade de se colocar a vespinha em cada planta. Dependendo da tecnologia de liberação, a soltura do total recomendado pode ser realizada em pontos estratégicos, variando entre 20 e 40 pontos de liberação. Partindo da premissa de que a população natural do agente de controle biológico é baixa, considerando que uma geração deste inseto se completa em 10 dias e considerando ainda que, uma vez liberada, a longevidade da fêmea é muito curta, o ideal é fazer três liberações espaçadas em três dias. Neste caso, deve-se utilizar, em cada liberação, um terço da quantidade recomendada de 60 mil fêmeas por hectare. A partir daí, a área de milho-doce será povoada pela vespa de maneira gradativa. Redução no nível de injúria na folha é um dos indicativos da eficiência do controle biológico. Novas liberações podem ser necessárias se houver aumento significativo no fluxo de mariposas na área de produção, indicado nas armadilhas de feromônio.

## Importância de outros insetos benéficos no controle natural de *S. frugiperda*

Conforme já salientado, em áreas onde há liberação de um agente de controle biológico, como o caso da vespa *Trichogramma*, não há redução drástica na população de outras espécies de benéficos. Neste caso, o controle biológico natural tem oportunidade de se manifestar somando-se ao efeito do controle biológico aplicado. Por exemplo, Cruz et al. (2009) mostram os principais agentes encontrados na lagarta-do-cartucho, em alguns municípios de Minas Gerais. Um dos principais agentes de controle

biológico encontrados foi a espécie *Chelonus insularis*. À semelhança da vespa *Trichogramma*, *C. insularis* também coloca seus ovos no interior do ovo de *S. frugiperda*, porém, permite a eclosão das lagartas. Por ser um inseto muito maior do que a vespa *Trichogramma*, a espécie *C. insularis* é mais competitiva. As lagartas parasitadas por *C. insularis*, no entanto, vão gradativamente reduzindo sua alimentação, não chegando a consumir 10% da área foliar consumida por uma lagarta sadia (REZENDE et al., 1994). Portanto, a presença de lagartas pequenas em área de liberação de *Trichogramma* não significa necessariamente falha no controle biológico. Como já salientado, o conhecimento local sobre a biodiversidade é fundamental para o MIP. Outros aspectos biológicos e informações sobre o papel de *C. insularis* no MIP foram abordados por Rezende et al. (1995a,1995b). Também tem sido considerada para programas de controle biológico de ovos da *S. frugiperda* a espécie *Telenomus remus*, igualmente eficaz no controle da praga (FIGUEIREDO et al., 1999, 2002).

Além dos parasitoides mencionados, vários outros também têm sido considerados importantes na supressão de populações de lagartas de *S. frugiperda* (FIGUEIREDO et al., 2006, 2009). Particularmente a espécie *Campoletis flavicincta* é uma das mais estudadas (MATRANGOLO et al., 2007; MATOS NETO et al., 2004; CRUZ et al., 1995b, 1997a). Uma só fêmea pode parasitar mais de 232 lagartas recém-nascidas de *S. frugiperda* durante sua vida.

Obviamente, além dos parasitoides, a presença de insetos predadores tanto de ovos como de lagartas também é muito importante para manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico. É o caso, por exemplo, da tesourinha (*Doru luteipes*) que coloca seus ovos dentro do cartucho do milho, local preferido de sua presa, *S. frugiperda* (REIS et al., 1988) e ocorre praticamente durante todo o ciclo do cultivo de milho (CRUZ et al., 1997a). Muitas outras espécies de insetos benéficos associadas às pragas de milho já foram identificadas e estudadas em laboratório e em campo,

demonstrando a possibilidade real de se ter um manejo sustentável das pragas de milho, incluindo o milho-doce (CRUZ, 2008c).

Em situações em que a presença de agentes de controle biológico ainda não está no patamar adequado e, portanto, é necessária uma pulverização completa, deve ser dada ênfase a um produto biológico, como o baculovírus ou a bactéria *Bacillus thuringiensis* (VALICENTE; CRUZ, 1991; CRUZ, 2000; CRUZ et al., 1997b, 2002; FIGUEIREDO et al., 2009).

## Controle biológico de pragas da espiga com ênfase *Helicoverpa* spp.

O controle das pragas que incidem na espiga do milho-doce é fundamental tanto para quem produz o grão como para a agroindústria que o processa. Para ambos, produtividade e qualidade são metas desejadas. Ao contrário das pragas que incidem durante a fase vegetativa, como a lagarta-do-cartucho, as pragas que usam o grão como alimento ficam protegidas pela palha, dificultando o acesso de pulverizações, por exemplo. Em função deste fato, as medidas de controle, especialmente para as espécies de *Helicoverpa*, que são predominantes na espiga (MATRANGOLO et al., 1996, 1997, 1998), devem ser dirigidas para o ovo. E como já salientado para *S. frugiperda*, o parasitoide de ovos *Trichogramma* sp. é fundamental para o controle da praga. Na realidade, o controle biológico natural de *Helicoverpa* por *Trichogramma* tem sido relativamente alto em condições de campo (PARON et al., 1998a, 1998b).

Para o sincronismo entre presença de ovos de *Helicoverpa* e liberação de *Trichogramma* em milho é fundamental o monitoramento da chegada da mariposa na área-alvo. A melhor estratégia de monitoramento é o uso do feromônio sexual da espécie de praga, colocando a armadilha no campo quando a planta está na fase inicial de pendramento. Felizmente, a maioria

dos ovos de *Helicoverpa* está localizada nos estilos-estigmas (cabelo da espiga), colocados quando estão ainda verdes. Quando os estilos-estigmas estão ou são mais escuros, o contraste com o ovo de coloração palha facilita a observação. Por outro lado, ovos escuros é indicativo do parasitismo por *Trichogramma*. Indistintamente, o *Trichogramma* parasita *H. zea* e *H. armigera* (CRUZ, 2013).

Além da vespa *Trichogramma*, outros insetos benéficos, como a tesourinha *D. luteipes*, também desempenham um papel importante no consumo de ovos de *Helicoverpa* (CRUZ et al., 1995).

## Controle natural da mosca-da-espiga

A mosca-da-espiga é também uma praga importante para o milho-doce. São duas as espécies que ocorrem no milho no Brasil, ambas do gênero *Euxesta*, quais sejam, *E. eluta* e *E. mazorca* (CRUZ et al., 2011). Segundo Nuessly e Capinera (2015), as fêmeas do inseto não conseguem penetrar no tecido intacto da planta com seu ovipositor. Por isso, na maioria dos casos, os ovos são colocados em tecidos já danificados. Especificamente no milho, os ovos são colocados principalmente na ponta da espiga, dentro dos estilos-estigmas ainda verdes. Portanto, as espigas de milho-doce são suscetíveis à infestação do inseto a poucos dias da colheita. Embora em número bem menor de casos, os ovos podem ser encontrados entre as palhas ou até mesmo nas proximidades dos orifícios ocasionados pelas lagartas de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp. Na ausência de espigas, o inseto pode colocar seus ovos na base das folhas, dentro do cartucho danificado por *S. frugiperda*, ou no pendão. No entanto, a taxa de sobrevivência das larvas é muito menor, comparada com a taxa de sobrevivência quando os ovos são colocados nas espigas. Embora os danos sejam preocupantes apenas

nas espigas, Cruz et al. (2011) observaram que os insetos adultos iniciam sua visita ao milho muito antes do aparecimento dos estilos-estigmas.

Na espiga, como resultado da injúria provocada pelas larvas, há invariavelmente redução na qualidade do grão. Infestações com mais de cinco larvas por espiga têm o potencial de torná-la não comercializável, a não ser, quando possível, que se faça a remoção mecânica da região danificada. As larvas também, ao se alimentarem na ponta da espiga, acarretam falhas pela ausência de grãos.

As larvas podem ser encontradas ao longo de todo o comprimento da espiga, porém, os grãos de milho podem ser danificados até antes da fase R3, mas, em geral, como o pericarpo é mais espesso em milho convencional, seus grãos são menos danificados do que os grãos de milho-doce. E neste tipo de milho pode haver perda total da produtividade, como apontado por Seal e Janson (1989) e Seal et al. (1996), no extremo sul da Flórida, em plantios após hortaliças de verão ou em condição de maior densidade populacional da praga. Infestações acima de 30% normalmente resultam em rejeição do produto no mercado de produtos frescos. Se a infestação é menor e com os danos confinados à ponta da espiga para a comercialização, pode ser realizada a remoção mecânica da parte danificada. Neste caso, há naturalmente o aumento no custo de produção.

Os ovos e as larvas da mosca ficam protegidas dentro das espigas do milho; até mesmo a pupa fica abrigada, no solo ou também dentro das espigas. Portanto, as estratégias de manejo são complexas e atualmente visa o estágio adulto. A densidade de insetos na qual deve ser utilizada alguma técnica de controle ainda não foi determinada com precisão. No entanto, a amostragem deve começar antes da saída do pendão e deve ser continuada até a colheita para detectar os adultos na área-alvo. Deve ser considerada a dificuldade de observar os adultos, pois eles são ágeis, saindo rapidamente do local quando da presença de pessoas. No Brasil,

embora *E. eluta* e *E. mazorca* sejam também consideradas pragas que atacam a espiga de milho, ambas foram capturadas bem antes de a planta ter alcançado o estágio suscetível ao ataque (CRUZ et al., 2011). Segundo os autores, durante o período experimental iniciado quando o milho estava em fase de desenvolvimento V10, havia, nas proximidades, outros campos de milho em fases posteriores de desenvolvimento que poderiam ter sido a fonte inicial dessas espécies de insetos.

Cruz et al. (2011) utilizaram com sucesso a armadilha McPhail com atraentes alimentares para avaliar a incidência de espécies de *Euxesta* em áreas de produção de milho. Concluíram – ao comparar dois atraentes alimentares diferentes à base de proteínas hidrolisáveis, BioAnastrepha® (proteína hidrolisável de milho) e Torula, colocados no interior da armadilha McPhail – que ambos foram eficientes na captura do inseto em relação ao uso apenas de água no interior da armadilha. No entanto, as armadilhas com BioAnastrepha® capturaram significativamente mais insetos do que aquelas com Torula. O uso de armadilhas semelhantes em área de produção de sementes de milho-doce, foi tão eficiente quanto as citadas anteriormente, promovendo uma remoção da área de quase 50 mil fêmeas de *Euxesta* antes do início da emissão da flor feminina, tendo como consequência, uma redução significativa na intensidade de danos na espiga. Tal metodologia pode ser uma estratégia adequada para manejar a mosca-da-espiga em áreas de milho-doce, conforme indicam os trabalhos preliminares de pesquisa.

## Importância do controle biológico natural de pragas da espiga

Os dados de campo obtidos e publicados por diferentes pesquisadores no exterior e principalmente no Brasil indicam a grande biodiversidade de insetos benéficos em área de cultivo de milho, especialmente onde a

carga de produtos químicos é significativamente reduzida. Esta biodiversidade com certeza tem propiciado o controle natural de diferentes espécies de insetos fitófagos, impedindo que suas populações atinjam o nível de dano econômico. No milho-doce, em especial, considerando a sua maior suscetibilidade aos insetos e a dificuldade de ter resultados consistentes e sustentáveis através de pulverizações com produtos químicos, o controle biológico aplicado, através de liberações inundativas e/ou inoculativas da vespa *Trichogramma* como medida alternativa de controle das pragas-chaves, por ser uma medida seletiva, contará sem dúvida com a ação complementar de outros agentes de controle biológico natural, como aqueles relatados por Cruz (2008c), especialmente quando for propiciada condição adequada para sua sobrevivência, como a presença de abrigo e alimento alternativo em épocas de escassez de presas preferenciais, como os insetos fitófagos do milho-doce.

## Referências

- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995a. 45 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 21).
- CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015.
- CRUZ, I. Controle biológico como ferramenta para o manejo ecológico de pragas em sistema orgânico de produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: [palestras]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002a. 1 CD-ROM.
- CRUZ, I. Controle biológico de pragas de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008b. cap. 13, p. 363-417.
- CRUZ, I. Controle biológico de pragas na cultura de milho destinado à produção de conservas (minimilho). In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Minimilho**: cultivo e processamento. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008a. p. 143-187.

CRUZ, I. **Controle biológico de pragas na cultura de milho para produção de conservas (minimilho), por meio de parasitoides e predadores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 91).

CRUZ, I. Controle biológico de pragas no cultivo do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002b. cap. 9, p. 157-178.

CRUZ, I. Dinâmica de insetos na produção orgânica de grãos de milho. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA 11., 2008, Sete Lagoas. **[Palestras]**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008d. 1 CD-ROM.

CRUZ, I. Insetos benéficos. In: CRUZ, I. (Ed.). **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008c. cap. 2, p. 121-192.

CRUZ, I. **Lepidoptera como pragas de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 111).

CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase ao controle biológico. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE PRAGAS DA REGIÃO DO PARANAPANEMA, 1., 1994, Assis, SP. **Anais...** Assis: Instituto Biológico: Campinas: CATI, 1994. p. 26-40.

CRUZ, I. Manejo Integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., Campinas, 1995. **Anais...** Campinas: Sociedade Entomológica do Brasil, 1995b. p. 48-92.

CRUZ, I. Multiplicação e liberação de parasitoides e predadores para o controle de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 3.; WORKSHOP SOBRE MANEJO E ETIOLOGIA DA MANCHA BRANCA DO MILHO, 2008, Londrina. **Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras**. [Londrina]: IAPAR; [Sete Lagoas]: Embrapa Milho e Sorgo, 2008e. 1 CD-ROM.

CRUZ, I. Potencial para o controle biológico de *Helicoverpa armigera* com o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. **Faça bonito: use controle biológico: anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

CRUZ, I. Pragas do milho. In: CRUZ, I. (Ed.). **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008f. cap. 2, p. 121-192.

CRUZ, I. Utilização do baculovirus no controle da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. cap. 8, p. 201-230.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda*. 2. ed. rev. ampl. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 237-275.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C. D.; FIGUEIREDO, P. E. F. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 273-278, 1995a.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; GONCALVES, E. P.; LIMA, D. A. N.; DINIZ, E. E. Efeito da idade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no desempenho do parasitoide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e consumo foliar por lagartas parasitadas e não-parasitadas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 229-234, 1997a.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, p. 293-296, 1999.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. **Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) em algumas regiões produtoras de milho no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 42 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 93).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; DEL SARTO, M. L.; PENTEADO-DIAS, A. M. **Monitoramento de parasitoides de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em municípios de Minas Gerais, Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 29 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 92).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; SILVA, I. F.; PAULA, C. S.; FOSTER, J. E. Using sex pheromone traps in the decision making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* [Smith] [Lepidoptera: Noctuidae]) larvae in maize. **International Journal of Pest Management**, London, v. 58, n. 1, p. 83-90, Jan./Mar. 2012.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; VALICENTE, F. H.; OLIVEIRA, A. C. Application rate trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 145-152, 1997b.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; ZUCCHI, R. A. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* sobre ovos de *S. frugiperda* e de *T. atopovirilia* sobre ovos de *Helicoverpa zea*, em Sete Lagoas, MG. In: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**: período 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. v. 6, p. 100.

CRUZ, I.; GONÇALVES, E. P.; FIGUEIREDO, M. L. C. Effect of a nuclear polyhedrosis virus on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae, its damage and yield of maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 20-27, maio/ago. 2002.

CRUZ, I.; LIMA, D. A. N.; FIGUEIREDO, M. L. C.; VALICENTE, F. H. Aspectos biológicos do parasitoide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 201-208, 1995b.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 363-368, abr. 1997.

CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; DIAS, A. M. P.; DEL SARTO, M. C. L.; NUCESSLY, G. S. Survey of ear flies (Diptera, Ulidiidae) in maize (*Zea mays* L.) and a new record of *Euxesta mazorca* Steyskal in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 102-108, mar. 2011.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 40 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 150).

FIGUEIREDO, M. de L. C.; DELLA LUCIA, T. M. C.; CRUZ, I. Effect of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) density on control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses upon release in a maize field. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 12-19, maio/ago. 2002.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 1975-1982, nov. 1999.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; PENTEADO-DIAS, A. M.; SILVA, R. B. da Interaction between *Baculovirus spodoptera* and natural enemies on the suppression of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 207-222, 2009.

FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Associação entre inimigos naturais e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 340-350, 2006.

MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. H. O.; PICANÇO, M. C. Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1077-1081, nov. 2004.

MATRANGOLO, W. J. R.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Densidade populacional de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases de ovo, larva e adulto em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 21-28, 1998.

MATRANGOLO, W. J. R.; DELLA LUCIA, T. M. C.; CRUZ, I.; VILELA, E. F. Determinação do número de fêmeas virgens por armadilha e periodicidade de captura de machos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 126-130, jan./abr. 1996.

MATRANGOLO, W. J. R.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Aspectos biológicos de *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e interações com o vírus da

poliedrose nuclear de *Spodoptera frugiperda*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2007.

MATRANGOLO, W. J. R.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Insetos fitófagos presentes em estilos-estigma e espigas de milho e avaliação de dano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 773-779, ago. 1997.

NUESSLY, G. S.; CAPINERA, J. L. ***Euxesta annonae* (Fabricius) (Insecta: Diptera: Ulidiidae)**. Gainesville: University of Florida, 2013. Disponível em: <[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/cornsilk\\_fly.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/cornsilk_fly.htm)>. Acesso em: 16 maio 2015.

PARON, M. J. F. O.; CIOCIOLA, A. I.; CRUZ, I. Resposta de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a diferentes densidades de ovos do hospedeiro natural, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 427-433, 1998b.

PARON, M. J. F. O.; CRUZ, I.; CIOCIOLA, A. I. Efeito de genótipos de milho no parasitismo por *Trichogramma* spp. em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 435-441, 1998a.

REIS, L. L.; OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Biologia e Potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 333-342, abr. 1988.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, M. C. Consumo foliar de milho e desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 473-478, 1994.

REZENDE, M. A. A.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Aspectos biológicos do parasitoide *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae) criados em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 779-784, 1995a.

REZENDE, M. A. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; CRUZ, I. Comportamento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) parasitadas por *Chelonus insularis* (Hymenoptera, Braconidae), sobre plantas de milho. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 675-681, 1995b.

SEAL, D. R.; JANSSON, R. K. Biology and management of corn-silk fly, *Euxesta stigmatis* Loew (Diptera: Otitidae), on sweet corn in southern Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 102, p. 370-373, 1989.

SEAL, D. R.; JANSSON, R. K.; BONDARI K. Abundance and reproduction of *Euxesta stigmatis* (Diptera: Otitidae) on sweet corn in different environmental conditions. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 79, p. 413-422, 1996.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1991. 23 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 15).

## Capítulo 12

---

# Valor nutricional, tecnologia e processamento do milho-doce

Maria Cristina Dias Paes  
Natália Alves Barbosa



## Introdução

O milho-doce diferencia-se do milho comum pela maior concentração de açúcares no endosperma. Essa característica, além de agregar valor econômico ao produto, torna seu uso mais diversificado, podendo ser comercializado como espigas de grãos verdes na forma in natura com palha, espiguetas sem palha (*baby corn*), espigas sem palha minimamente processadas, espigas com grãos congeladas, ou ainda ser destinado à indústria processadora para a produção de grãos de milho em conserva, desidratados e congelados, todos direcionados exclusivamente para o consumo humano (BORIN, 2005; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006).

Considerando o número total de cultivares de milho produzido no Brasil, existem poucas opções de milho-doce, sendo sua produção usualmente associada a contratos de produtores com a indústria processadora, embora as demandas crescentes pelo mercado de alta gastronomia tenham favorecido a produção para consumo direto, especialmente próximo aos grandes centros consumidores. Nos Estados Unidos e no Canadá, o milho-doce é a principal forma de consumo humano direto do milho. Em 2014, foram plantados 212.000 acres de milho-doce, representando 1,5 milhões de toneladas, envolvendo US\$ 732 milhões em vendas (USDA, 2015). Espigas com grãos verdes embaladas com ou sem vácuo, grãos congelados puros ou em misturas de vegetais a granel, grãos enlatados no vapor ou na salmoura e sopas cremosas produzidas com os grãos de milho-doce estão disponíveis em quase todo supermercado, assim como espigas empalhadas ou minimamente processadas, que também são comercializadas em feiras de produtores, sendo essas as mais comumente consumidas. Esses produtos são considerados hortaliças, com grande popularidade, e o uso vem crescendo continuamente no continente americano, mas há também evolução positiva de consumo nos mercados asiáticos, especialmente

no Japão, na China e na Coreia do Sul, além de vários países da Europa (SHIFERAW et al., 2011). A Tailândia vem se tornando grande produtora de milho-doce não transgênico para exportação para os países que aumentaram na última década a importação desse produto (FAO, 2012).

A maior concentração de açúcares solúveis e a menor de amido presentes nos grãos do milho-doce inviabilizam a sua utilização em receitas tradicionais da culinária brasileira, como o curau ou mingau de milho-verde, o suco de milho e a pamonha (PEREIRA FILHO et al., 2003). Apesar disso, é um produto de alto valor nutritivo e de características próprias, com sabor adocicado, pericarpo fino e textura delicada (TOSELLO, 1978), apropriado para outras preparações culinárias.

O caráter doce do milho deve-se à presença de alelos mutantes, os quais limitam a biossíntese do amido, causando acúmulo de polissacarídeos solúveis no endosperma do grão (TRACY, 2001; VALENTINI et al., 2002). Esta característica o torna enrugado e translúcido quando seco, isto porque os genes *sugary* ou *brittle* previnem a conversão dos açúcares em amido, e o grão passa a acumular fitoglicogênio, um polissacarídeo solúvel. Vários alelos foram identificados e atualmente são utilizados comercialmente. Todos eles são caracterizados por promoverem alterações na composição dos carboidratos no endosperma, mas diferenciam-se quanto à proporção de amido e açúcar no grão, e em relação à posição nos cromossomos em que estes alelos estão localizados (TEIXEIRA et al., 2009; TRACY, 2001).

A doçura do milho-doce é um caráter recessivo (LEMOS et al., 2002; ARAÚJO et al., 2006). Existem oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, sendo os principais: *shrunk-2* (*sh2*), localizado no cromossomo 3; *brittle* (*bt*), no cromossomo 5; *sugary enhancer* (*se*), *sugary* (*su*) e *Brittle-2* (*bt2*), todos no cromossomo 4. Existem, ainda, o *dull* (*du*), no cromossomo 10, *waxy* (*wx*), no cromossomo 9; e *amilose extender* (*ae*), no cromossomo 5. Tais genes podem atuar de forma simples ou em

combinações duplas ou triplas (TRACY, 1994; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006). Para efeito prático, pode-se ainda dividir o material em dois grupos: superdoce (contendo o gene *brittle*) e doce (contendo o gene *sugary*) (TRACY, 1994).

A cultivar de milho BRS Vivi, lançada pela Embrapa em 2010, é um material considerado doce, com aproximadamente 25% de açúcar no grão. As outras cultivares de milho-doce disponíveis no mercado brasileiro possuem em média 16% a 18% de açúcar. Esta é uma característica importante para o consumidor, que prefere o sabor mais adocicado nos grãos de milho (PORTAL DIA DE CAMPO, 2012).

## Composição química do milho-doce

Os açúcares presentes são principalmente sacarose, glucose, frutose e maltose (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000b; NUTRITION DATA, 2015). No milho-verde comum, a média de açúcares é aproximadamente 3%, enquanto no milho-doce pode variar de 9% a 14%, sendo no superdoce de até 25% (PEREIRA FILHO et al., 2015). Há relatos de concentrações para *su* variando de 9%-16%, *se* de 14%-35% e superdoce, *sh2* de 28%-44% (SOUZA et al., 2012).

O teor de lipídios do milho está em torno de 1% (NUTRITION DATA, 2015). São encontrados em toda a semente e representados na forma de glicerídeos de ácidos graxos. Os mais comuns são o oleico, linoleico e linolênico. Dentre os saturados, encontram-se o palmítico e o esteárico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000a).

A proteína apresenta-se em menor proporção que os carboidratos e os lipídios. As proteínas mais abundantes são as glutelinas e as prolaminas (80%-90%). Albuminas e globulinas encontram-se em menor proporção (20%) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000a).

No grão de milho-doce, os minerais são concentrados no gérmen (78%) e na camada de aleurona, apresentando um teor de 3% a 6%.

Os grãos de milho-doce processados industrialmente apresentam composição química diferente dos grãos in natura (NUTRITION DATA, 2015). Na Tabela 1, são apresentadas as médias reportadas dos principais constituintes nutricionais presentes nos grãos crus e processados de milho-doce.

Nos grãos in natura de milho-doce possuem as concentrações de minerais: Fe (2,51 mg 100 g<sup>-1</sup>), Mn (0,74 mg 100 g<sup>-1</sup>), Zn (0,48 mg 100 g<sup>-1</sup>), Cu (0,36 mg 100 g<sup>-1</sup>), Mg (0,02 mg 100 g<sup>-1</sup>) e Ca (0,01 mg 100 g<sup>-1</sup>) (ASSUNÇÃO et al., 2015). Na Tabela 2 é apresentada a composição centesimal de cultivares de milho comum e milho-doce.

## Qualidade tecnológica

Muitas indústrias processadoras de hortaliças contratam a produção do milho-doce, distribuindo as sementes da cultivar desejada e garantindo a compra da matéria-prima produzida. A escolha do material é feita com base em avaliações de campo e de qualidade no processamento, essa conduzida na linha de produção do determinado produto, a exemplo de grãos enlatados. Portanto, atributos de qualidade do milho-doce como matéria-prima são diferenciados com base no produto final, mas alguns são comuns, como alto rendimento de espigas com palhas, espigas cilíndricas e de grãos profundos, longevidade de colheita (entre 5 e 6 dias), espigas com maior número de fileiras de grãos, permitindo maior rendimento industrial, e equilíbrio entre o número de palhas para perfeita proteção de espigas, mas facilmente extraídas no processamento.

**Tabela 1.** Principais nutrientes em grãos de milho-doce crus e processados diferentemente para cada 100 g.

Grãos	Carboidrato (g)	Açúcares (g)	Proteína (g)	Lipídio (g)	Fibra alimentar (g)	Vitamina A (UI)	Potássio (mg)	Fosforo (mg)
Crus	19,0	3,2	3,2	1,2	2,7	127	270	89
Cozidos sem sal	25,1	3,2	3,3	1,3	2,8	263	249	103
Congelados	20,7	2,5	3,0	0,8	2,1	195	213	70
Envasados na salmoura <sup>(1)</sup>	18,8	3,0	2,6	1,0	1,9	45	135	48
Envasado a vácuo	19,4	3,6	2,4	0,5	2,0	81	186	64
Espiga congelada	23,5	3,8	3,3	0,8	2,8	244	294	87

<sup>(1)</sup>Grãos drenados.

Fonte: Nutrition Data (2015).

**Tabela 2.** Composição centesimal (g 100 g<sup>-1</sup>) dos grãos de milho-verde comum e milho-doce.

Milho	Cultivar	Umidade	Cinzas	EE	Pt	FB	Carboidrato
		%					
Comum	AG1051	79,3	0,5	0,9	2,0	2,29	16,1
Doce	VIVI e SWB551	80,1	0,6	1,0	2,3	1,94	13,9

EE: extrato etéreo, Pt: proteína, FB: fibra bruta

Fonte: Pinho (2008).

## Ponto de colheita do milho-doce

Para milho-doce-verde em espigas ou para grãos resultantes dessas, a colheita deve ser conduzida no estágio inicial de grãos leitosos. Para as cultivares com pericarpo mais espesso, com plantas no mesmo estágio de desenvolvimento dos grãos, a colheita deverá ocorrer quando os grãos estiverem com 70% a 78% de umidade, permitindo obter um produto mais tenro. O avanço da maturação dos grãos faz com que a maior parte do açúcar seja convertido em amido (PARENTONI et al., 1990), e a umidade reduzida confere maior resistência ao pericarpo.

Na produção de grãos verdes cozidos, bem como congelados, a colheita mecanizada é usualmente aplicada, havendo pequena seleção no campo para tamanho de espigas na própria máquina. Espigas apresentando danos causados por insetos ou microrganismos são selecionadas apenas no recebimento na indústria. Espigas maiores, acima de 18 cm de comprimento, bem empalhadas e com grãos longos são preferidas em razão da maior eficiência nas máquinas despalhadeiras e degranadoras para obtenção de grãos inteiros (PAIVA JÚNIOR, 1990).

Nessa etapa, as espigas são classificadas, eliminando aquelas danificadas por lagartas, que apresentem algum problema de podridão, mal granadas ou com comprimento inferior a 15 cm (PARENTONI et al., 1990).

O conteúdo de açúcar no milho-doce muda rapidamente nas primeiras horas após a remoção da espiga da planta, principalmente no grupo doce (PEREIRA FILHO et al., 2015), podendo diminuir de 40% a 60%, em 24 horas em temperatura ambiente (AMIR et al., 1971). A perda de açúcar é causada tanto pela respiração como pela transformação desse açúcar em polissacarídeos, principalmente o amido (PEREIRA FILHO et al., 2015). Esta redução dos açúcares pode ser minimizada pela agilidade no transporte do campo à indústria ou por resfriamento, em caso de distâncias mais longas, ou, ainda, pelo armazenamento em baixas temperaturas e o uso de cultivares com modificação genética no metabolismo dos carboidratos (EVENSEN; BOYER 1986; NAJEEB et al., 2011). Quanto mais rápido for o resfriamento, maior será sua vida útil, pois após a colheita a redução da doçura no grão é rápida, por causa da hidrólise de sacarose, que no endosperma imaturo é metabolizada para amido pela enzima sacarose-glucosil-transferase. As técnicas mais utilizadas para o resfriamento rápido de milho-doce são o vácuo e o hidrorresfriamento (MORETTI; HENZ, 2003).

## Armazenamento do milho-doce

Recomenda-se que o milho-doce seja armazenado em temperaturas próximas a 0 °C, mas não menores que -0,6 °C, sob o risco de congelamento da espiga, exceto se for o produto final congelado. À medida que a temperatura de armazenamento aumenta, diminui-se a vida útil do produto. As espigas armazenadas a 5 °C e 10 °C apresentam conservação diminuída de três a cinco para dois dias (MORETTI; HENZ, 2003). O milho-doce pode perder até 14% do seu teor de açúcares quando armazenado a 20 °C por um período de apenas três horas. Essa perda pode ser reduzida a 4% em 24 horas e de 7% a 8% em 72 horas a 0 °C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A qualidade do produto fresco depende também da redução da disponibilidade de oxigênio e gás carbônico. As porcentagens mínimas de O<sub>2</sub> e máxima de CO<sub>2</sub> nas quais milho-doce pode ser armazenado são de 2% e 15%, respectivamente (KADER, 2002). Porém, a recomendação é de 2% a 4% e 5% a 10%, respectivamente (CANTWELL, 2002).

## Características sensoriais e físicas dos grãos

As características exigidas pelo mercado consumidor de milho-doce e superdoce diferenciam-se das do milho-verde comum, especialmente quanto ao teor de açúcar. A indústria tem preferência por maior teor de açúcar e menor teor de amido, o que também é desejado para consumo in natura, além de maturação, tamanho e formato de espigas uniforme, textura do endosperma e maciez do pericarpo (SOUZA, 2005).

Para adequada doçura, a concentração de açúcares nos grãos deve resultar em brix em torno de 20% (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002).

O pH é também um indicador de qualidade do milho-verde para consumo in natura e para o processamento industrial, pois a reduzida acidez deste material aumenta o crescimento de microrganismos. Este fato torna restrito o seu período de comercialização (LEITE et al., 2015).

Na Tabela 3, são apresentadas características físico-químicas de cultivares comerciais de milho comum e milho-doce.

O teor de sólidos solúveis nos grãos verdes dos milhos-doces é significativamente maior que o das cultivares de milho comum. Isso pode ser explicado pela distinta composição de açúcares nos grãos dos milhos do tipo doce, o que resulta em maior teor de sólidos solúveis (PINHO, 2008).

**Tabela 3.** Valores médios de pH, sólidos solúveis totais (SS) e acidez titulável (AT) em grãos de milho-verde comum e doce.

Milho	Cultivar	Características físico-químicas		
		pH	SS (°Brix)	AT (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Comum	AG1051	6,8	8,5	1,7
Doce	VIVI e SWB551	6,8	15,1	1,8

Fonte: Pinho (2008).

A cor dos grãos não é relacionada ao teor de açúcares nos grãos. Essa é devida à concentração de carotenoides, pigmentos que apresentam propriedades antioxidante e precursora de vitamina A (PAES et al., 2010)

A textura é uma característica determinante na aceitação e nas condições de processamento do milho-doce, e o engrossamento da textura no decorrer da maturação, que ocorre em maior ou menor proporção, não é desejável (SCAPIM et al., 1995). A espessura do pericarpo entre 45 micras e 50 micras confere maior maciez, garantindo integridade dos grãos durante o processo de retirada desses da espiga na deganadeira. A uniformidade no teor de umidade nos grãos auxilia também a palatabilidade e a manutenção do sabor do produto (TOSELLO, 1978).

A cor dos grãos também exerce grande influência na aceitação pelo consumidor de milho-verde, sendo, portanto, um atributo criterioso na indústria de processamento. Para enlatados, preferem-se milhos com coloração amarela mais intensa (LEME, 2007). As espigas com grãos de coloração mais clara, cor creme ou amarelo-clara, são preferidas quando o produto é destinado ao consumo de milho-verde in natura. Os milhos com colorações mais intensa, a exemplo das cultivares de milhos-doces Vivi e SWB 551, são utilizados preferencialmente na indústria de processamento, como a de enlatados (LEME, 2007). Na Tabela 4 são apresentados os atributos de cor de cultivares de milho comum e doce comercialmente disponíveis no Brasil.

O resumo dos atributos de qualidade do milho-doce Vivi, lançado comercialmente em 2010, é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 4.** Valores médios de L\*, a\* e b\* dos grãos de milho-verde comum e doce.

Milho	Cultivar	Componentes de cor		
		L*	a*	b*
Comum	AG1051	83,1	0,8	33,6
Doce	VIVI e SWB551	79,35	0,6	47,7

O componente L\* (intensidade de brilho) varia do branco (100) ao preto (0), diferenciando cores claras de escuras. O valor médio do componente b\* (+b\*: grau da cor amarela; -b\*: grau da cor azul). O componente a\* indica (+a\*: grau da cor vermelha; -a\*: grau da cor verde).

Fonte: Pinho (2008).

**Tabela 5.** Características relacionadas à qualidade tecnológica de espigas e grãos.

Característica	Espiga com palha	Sabugo	Espiga sem palha
Comprimento (cm)	27,83	18,22	18,22
Diâmetro (mm)	58,80	32,84	32,84
Peso (g)	372,0	107,13	247,67
Número de palhas (un)	11,3		
Peso das palhas (g)	100,67		
Cor	Amarelo-clara		
Peso grãos (g)			130,02
°Brix grãos			18,87

Fonte: Paes et al. (2010), Paes et al. (2012) e Pinho et al. (2008).

# Processo de industrialização do milho-doce para conserva (enlatado)

## Recebimento

As espigas coletadas no campo mecanicamente (WANN et al., 1997) chegam à indústria processadora do milho-doce em caminhões, sendo recebidas em docas com balanças que registram o peso. Em seguida, o material é transportado em correias para a seleção manual. A pré-seleção garante que partes da planta e espigas danificadas e de pequeno tamanho sejam descartadas. O transporte das espigas é realizado em esteiras rolantes e elevadores (Figura 1).

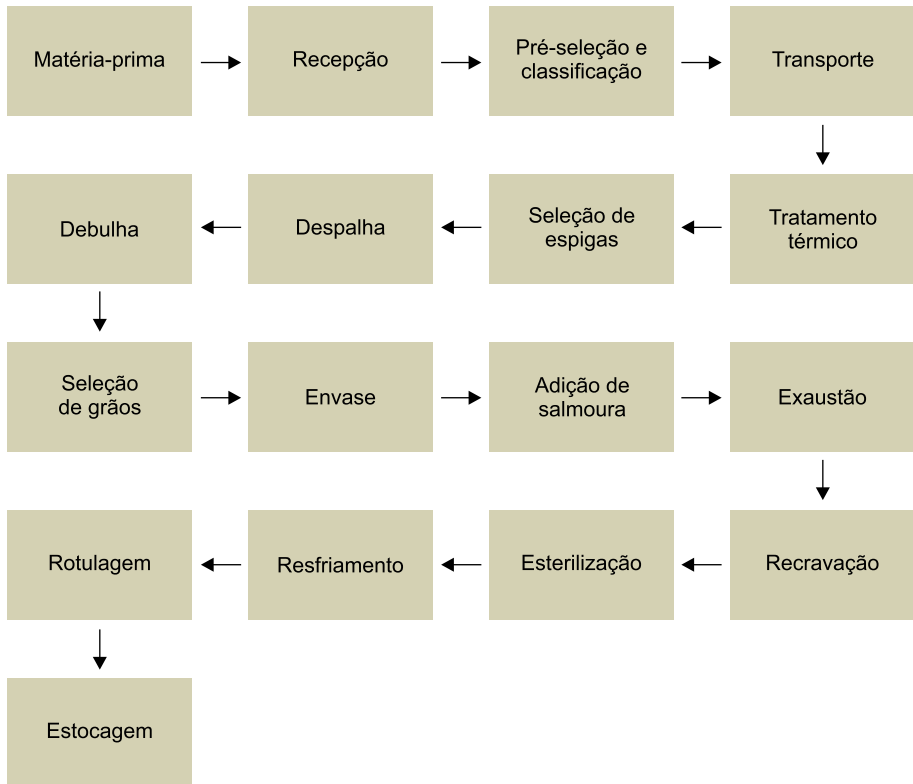


Foto: Maria Cristina Dias Paes

**Figura 1.** Transporte das espigas para seleção.

## Tratamento térmico e seleção de espigas

As espigas selecionadas ainda empalhadas passam usualmente por tratamento térmico com vapor em temperaturas acima de 100 °C para limpeza, amaciamento da palha e pré-cozimento dos grãos, afim de favorecer a despalha e debulha nas etapas seguintes. Esse processo dura de 5 a 10 minutos, dependendo da linha de processamento (Figura 2).



**Figura 2.** Fluxograma de processamento do milho-verde-doce em grãos enlatados.

## Despalha

A retirada das palhas das espigas ocorre em sistema de rolos de forma contínua, em presença de água. Espigas ainda com palha retornam ao processo de despalha, enquanto as limpas seguem para o corte dos grãos. Para maior eficiência, são desejáveis espigas de tamanho e diâmetro padronizados, assim como palhas que se soltem facilmente nesse processo.

## Debulha

Os grãos verdes pré-cozidos são retirados das espigas em degranadeiras. Embora o processo seja automatizado, geralmente é necessária a limpeza constante dessas máquinas, especialmente quando a matéria-prima é heterogênea, como espigas de milho apresentando diâmetro ou comprimento inferiores aos padrões, formato não cilíndrico com grande variedade nas extremidades e grãos de diferentes tamanhos na espiga.

## Limpeza

Os grãos retirados dos sabugos são lavados em túnel rotativo perfurado com água e transferidos para tanques com água resfriada para flotação, etapa necessária para limpeza e eliminação de pericarpos soltos, pedaços de sabugo e estigmas (cabelos) que não foram eliminados na limpeza das espigas durante a despalha. Grãos muito pequenos e de baixa densidade também são eliminados nesse processo. Em seguida, os grãos remanescentes são selecionados em fotocélula.

## Envase

A operação de envase pode ser manual, semiautomática ou totalmente automática, dependendo do produto. O material mais utilizado na confecção das embalagens do milho em conserva são as latas de folha de flandres, as mais indicadas para a etapa de esterilização. A quantidade de grãos de milho dentro de cada lata deve ser constante, pois o nível de enchimento está relacionado com o tratamento térmico. Um superenchimento diminui a transferência de calor e, conseqüentemente, exige maior tempo de esterilização. O peso dos constituintes sólidos não deve ser inferior a 60% do peso de líquido. A altura do enchimento deve ser controlada, devendo-se manter determinado espaço interior nos recipientes (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Adição de salmoura

A salmoura, também chamada de líquido de cobertura, é utilizada para melhorar o sabor e preencher os espaços vazios entre as unidades dos produtos embalados, facilitando a transmissão de calor durante a operação de esterilização. A salmoura para o milho geralmente contém de 1,5% a 2,0% de sal e uma porção um pouco maior de açúcar. A temperatura da salmoura deve ficar em torno de 75 °C, para evitar a deformação. Em alguns casos, é recomendado tratamento térmico previamente da salmoura para promover a coagulação e a precipitação dos sais de cálcio e de outras impurezas, sendo, logo depois, filtrada, caso se forme um precipitado pesado. A adição da salmoura pode ser realizada manualmente ou por meio de máquinas, denominadas xaropeiras (também utilizadas para caldas) (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Exaustão

É realizada por meio de aquecimento do envase cheio antes da recravação, ou por sistema de vácuo mecânico. O objetivo mais importante da exaustão consiste em remover o ar do produto e o ar que fica preso no interior do recipiente, tendo por finalidades (CIBILIS; FASANO, 2004):

- Manter a tampa e o fundo côncavos durante a estocagem (quando se apresentam convexos ou abaulados, geralmente são sinal de alterações gasosas no interior das latas).
- Reduzir a corrosão das latas e minimizar reações químicas, tais como oxidação de gorduras, vitaminas e descoloração.
- Evitar distorções permanentes durante o tratamento térmico.

## Recravação

Esta é a etapa de fechamento de recipientes metálicos através de operação de dobramento das bordas superiores das latas, com o encaixe rebaixado e arredondado da periferia da tampa. Latas de boa qualidade, vedante adequado e uma recravadeira eficiente produzem o fechamento hermético da lata, protegendo adequadamente o alimento durante o processo de esterilização, resfriamento e estocagem. Existem recravadeiras manuais, semiautomáticas e automáticas, com dispositivos que permitem o fechamento de diversos tamanhos de latas (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Estilização

É uma das operações mais importantes da indústria das conservas enlatadas, a qual poderá garantir a qualidade do produto. Sua finalidade é dar estabilidade aos produtos, evitando as alterações causadas por microrganismos, e melhorar consistência, cor, sabor, aparência, mediante o "cozido" que ocorre na operação (CIBILIS; FASANO, 2004).

Como o milho em conserva apresenta o pH maior que 4,5, esse produto requer tratamento térmico de esterilização relativamente severo, já que esse valor de pH é o limite inferior para o desenvolvimento do *Clostridium botulinum*. Assim, a esterilização é realizada logo após a exaustão e o fechamento (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Resfriamento

Após a esterilização é importante a realização do resfriamento o mais rápido possível, dentro das normas recomendadas, pois evita e impede o cozimento continuado e lento do produto, alterando suas características

de qualidade. Em geral, o abaixamento de temperatura se processa em um tempo recomendável de dez minutos para redução de 50 °C. A necessidade do imediato resfriamento não está relacionada à inibição ou ao retardamento do desenvolvimento de microrganismos, já que nessa operação espera-se que haja a eliminação da carga microbiana do produto. Entretanto, se não houver o rápido resfriamento após a pasteurização, essas alterações químicas ou por microrganismos poderão ocorrer (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Rotulagem

O rótulo utilizado nas embalagens do milho em conserva é litografado. Portanto, não há uma operação unitária de rotulagem para esse produto, já que a lata já está litografada quando ocorre o envase (CIBILIS; FASANO, 2004).

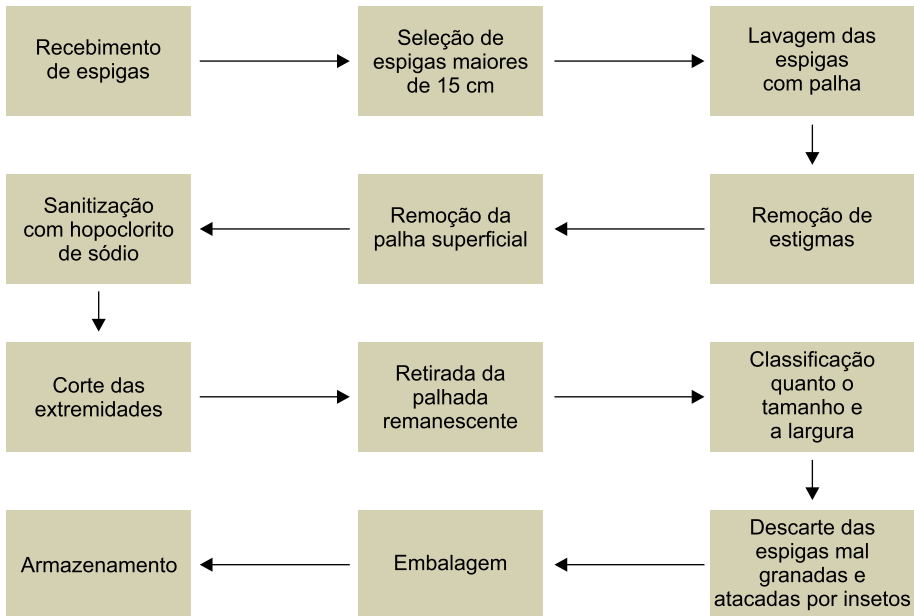
## Estocagem

O transporte e o manuseio deverão ser feitos com delicadeza para evitar quedas e excesso de agitação, que por sua vez poderão provocar desagregamento dos produtos enlatados ou a danificação dos próprios recipientes. A armazenagem deverá se dar em lugares frescos, ventilados e secos para evitar ou prevenir oxidação externa das latas por acúmulo de umidade. Embora a ação microbiológica tenha sido anulada na esterilização, a ação química não é anulada e é tanto mais ativa quanto maior for a temperatura de estocagem (CIBILIS; FASANO, 2004).

## Minimamente processado

O milho-doce minimamente processado pode ser produzido pelo pequeno produtor rural, por associações de produtores e/ou pequenas

agroindústrias (FONSECA et al., 2015). Na Figura 3 é apresentado o fluxograma do processamento do milho-doce minimamente processado.



**Figura 3.** Fluxograma de processamento de milho-doce minimamente processado.

Atualmente, uma das principais formas de processamento mínimo do milho para a comercialização consiste em descascar as espigas e limpá-las (eliminar estigmas ou “cabelos”) (MELO et al., 2015). Na chegada à recepção da agroindústria e/ou processamento, deve-se selecionar (descartar) as espigas muito pequenas, as espigas mal granadas e aquelas com sinais de ataque por lagartas. As espigas com tamanho adequado são submetidas à remoção das palhas superficiais que podem trazer sujeiras do campo, e remoção do cabelo (Figura 4) (FONSECA et al., 2015).



Foto: Maria Cristina Dias Paes

**Figura 4.** Espigas com sujeira.

Após a remoção da palha superficial, as espigas são submetidas a uma lavagem rápida com água corrente para remover as sujeiras que vêm do campo e transferidas para área limpa (Figura 5). As espigas então devem ser submersas em solução clorada (200 mg de cloro por litro) pelo período mínimo de 15 minutos. Após a sanitização, as espigas devem ser drenadas, a fim de se remover a umidade superficial, pelo tempo necessário para remoção da umidade (FONSECA et al., 2015).

As espigas são cortadas nas extremidades, de modo a se obter uma espiga com o mínimo de 10 cm de comprimento, correspondente à menor dimensão das bandejas de poliestireno expandido (isopor) nas quais serão embaladas. Após a remoção das extremidades, a palhada remanescente e os estigmas são facilmente removidos, e as espigas minimamente processadas são classificadas quanto a tamanho e largura para posterior embalagem. Ainda nesta etapa algumas espigas com ataques de lagartas e mal granadas não observadas anteriormente são descartadas (FONSECA et al., 2015).

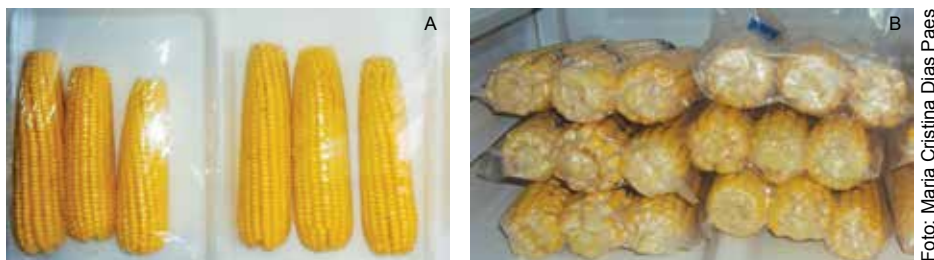
Espigas de comprimento, largura e coloração semelhantes



Foto: Maria Cristina Dias Paes

**Figura 5.** Espigas após lavagem rápida.

devem ser colocadas na mesma bandeja. Em geral são colocadas três espigas por bandeja, e estas são cobertas com filme de polietileno PVC 18 mm (Figura 6A). Em algumas indústrias utiliza-se ainda o acondicionamento a vácuo em embalagens de nylon poli multicamadas (Figura 6B) (MELO et al., 2015).

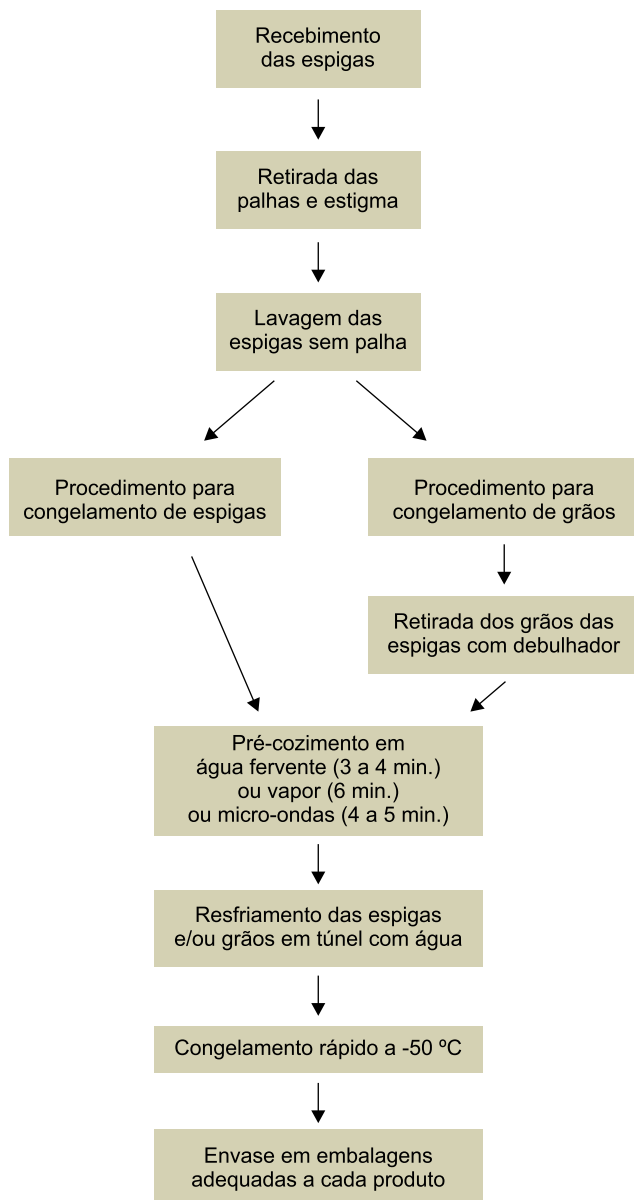


**Figura 6.** Espigas de milho minimamente processadas embaladas em suporte (bandejas de poliestireno) recobertas com filme de PVC (A) e em embalagens nylon poli multicamadas a vácuo (B).

As bandejas formadas devem ser armazenadas sob refrigeração (5 °C), podendo ser conservadas e consumidas em até 7 dias (FONSECA et al., 2015).

## Congelamento

As primeiras espigas congeladas de milho-doce foram produzidas comercialmente em 1931 pela empresa Birdseye Frosted Foods e desde então o mercado desse produto vem crescendo (LUH; WOODROOF, 1975) Conforme Figura 7, o processo é iniciado com limpeza da espiga em água e retirada das palhas e dos cabelos em despalhadeira, seguido de higienização das espigas e branqueamento por tratamento em imersão por 3 a 4 minutos, em temperatura de ebulição da água, ou 6 minutos no vapor,



**Figura 7.** Fluxograma de produção de milho-doce congelado em espigas ou grãos.

com hidrorresfriamento pelo dobro do tempo que foi gasto no pré-cozimento (MATOS et al., 2000). Para espigas há prosseguimento em túnel de congelamento (-18 °C a -30 °C) ou processo criogênico com nitrogênio líquido (-30 °C a -50 °C), enquanto grãos soltos devem ser retirados antes da espiga com debulhador de grãos e, em seguida, congelados (MATOS et al., 2000).

## Referências

- ALVES, S. M. de F.; SILVA, A. E.; SERAPHIN, J. C.; VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de; ROLIM, H. M. V.; XIMENES, P. A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004.
- ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 69-76, 2006.
- ASSUNÇÃO, A.; PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, J. P.; BUENO, L. G. **Determinação do teor de minerais em populações de milho doce**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66024/1/2704.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2015.
- BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CANTWELL, M. I. Summary table of optimum handling conditions for fresh produce. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Oakland: University of California, 2002. p. 511-518.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Composição química de sementes. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000a. cap. 5, p. 66-97.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000b. 588 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Perdas pós-colheita. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. cap. 3, p. 151-202.
- CIBILIS, E.; FASANO, S. **A feira**. 2004. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/afeira/produtos/hortaliças/milho-em-conserva>>. Acesso em: 26 nov. 2015.
- CREECH, R. G. Carbohydrate synthesis in maize. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 20, p. 275-289, 1968.
- EVENSEN, K. B.; BOYER, C. D. Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn. **Journal of the American Society For Horticultural Science**, v. 111, n. 5, p. 734-738, 1986.

- FAO. **FAOSTAT**: production. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 09 dez. 2015.
- FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; MAMEDE, A. M. G. N.; COSTA, H. T. G. B.; PEREIRA FILHO, I. A. **Processamento mínimo de milho verde**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2015. 4 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 207).
- FRANCO, G. Composição química dos alimentos e valor energético. In: FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. cap. 2, p. 107-152.
- GUISCEM, J. M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELLI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 220-228, 2002.
- KADER, A. A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. Oajland: University of California, 2002. p.135-148. (Publication, 3311).
- KAYS, E. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.
- KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 93-103, 2007.
- LEITE, H. F.; BRAGA, D. G.; PAES, M. C. D. **Influência do preparo de amostra na determinação de acidez titulável, pH e sólidos solúveis totais em milho verde**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35965/1/Influencia-preparo.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando a produção de pamonha**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- LEMOS, M. A.; GAMA, E. E. G.; MENEZES, D.; SANTOS, V. F.; TABOSA, J. N.; MORAIS, M. S. L. Emergência em campo de híbridos simples de milho superdoce de um cruzamento dialélico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 158-162, 2002.
- LUH, B. S.; WOODROOF, J. G. **Commercial vegetable processing**. Westport: The Avi Publishing Company, 1975. Disponível em: <<http://www.scrip.org>>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F. dos; MELO, M. F. de; LANA, M. M. Hortaliças: milho verde. **Correio Braziliense**, Brasília, 8 abr. 2000. Disponível em: <<http://www2.correioweb.com.br/hotsites/alimentos/milhoverde/alimentos.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2015.
- MELO, B.; SILVA, C. A.; ALVES, P. R. B. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. Manuseio pós-colheita de milho doce. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap. 12, p. 195-204.

NAJEEB, S.; SHEIKH, F. A.; AHANGAR, M. A.; TELI, N. A. Popularization of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata) under temperate conditions to boost the socioeconomic conditions. **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, v. 85, p. 54-59, 2011.

NUTRITION DATA. Disponível em: <<http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2415/2>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 159-165, jan./mar. 2006.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica. 75).

PAES, M. C. D.; BARBOSA, N. A.; SILVA, C. S. da; PERUGGIA, E.; PEREIRA FILHO, I. A.; CARLOS, L. de A. Avaliação do milho doce BRS Vivi para a produção de conserva de milho verde acidificada. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 21., 2012, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2012.

PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. F.; FARIA, D. G.; GUIMARÃES, A. G.; BARBOSA, N. A. Avaliação de atributos de qualidade em híbridos experimentais de milho doce. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos. Goiânia: ABMS, 2010.

PAIVA JÚNIOR, M. C. **Desempenho de diferentes cultivares para milho verde em diferentes épocas e densidade de semeadura**. 1990. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. B.; VILLAS BOAS, G. L. Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, p. 17-22, 1990.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 15).

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap. 1, p. 17-30.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; COSTA, R. V. **Milho doce**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3wpdjd8h.html>>. Acesso em: 28 out. 2015.

PINHO, L. Qualidade físico-química e sanitária de tomate cereja e milho verde, cultivados em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

PORTAL DIA DE CAMPO. 2012. Disponível em: <<http://diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=26263&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos&c2=Milho>>. Acesso em: 28 out. 2015.

SCAPIM, C. A.; CRUZ, C. D.; ARAÚJO, J. M. Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 19-21, 1995.

SHIFERAW, B.; HELLIN, J.; KRISHNA, V.; ERENSTEIN, O.; GBEGBELEGBE, S. Changing demand patterns and maize value chains in Asia. In: ASIAN MAIZE CONFERENCE, 11., 2011, Nanning, China. **Proceedings...** Nanning: [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/CIMMYT/s71-changing-demand-patterns-and-maize-value-chains-in-asia>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

SOUSA, S. M. de; PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. F. **Milho doce**: origem de mutações naturais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 41 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 144).

SOUZA, J. J. R. **A utilização do método de projeto em experimento de avaliação de cultivares de milho doce para agroindústria na região de Morrinhos-GO**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

SOUZA, I. R. P.; TEIXEIRA, F. F.; GAMA, C. A. P. P.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X. S.; MEIRELLES, W, F. **Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1999. (Embrapa-CNPMS. Pesquisa em Andamento, 40).

TEIXEIRA, F. F.; GAMA, E. E. G.; PAES, M. C. D.; COSTA, F. M. **Aspectos agrônômicos e de qualidade de espiga em famílias endogâmicas de milho doce**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 121).

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. cap. 8, p. 326-329.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 147-187.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198.

TSAI, C. Y.; SALAMINI, F.; NELSON, O. E. Enzymes of carbohydrate metabolism in developing endosperm of maize. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 46, p. 299-336, 1970.

USDA. United States Department of Agriculture. **Vegetables summary 2014**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/VegeSumm/VegeSumm-01-29-2015.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

VALENTINI, L.; SHIMOYA, A.; COSTA, C. C. S. **Milho doce**: viabilidade técnica de produção em Campos dos Goytacazes-RJ. Niterói: PESAGRO-RJ, 2002. 14 p. (PESAGRO-RJ. Comunicado Técnico, 275).

WANN, E. V.; LEE, C. Y.; BOURNE, M. C.; DOWING, D. L. Sweet corn. In: SMITH, D.; CASH, J.; NIP, W.; HUI, Y. (Ed.). **Processing vegetables**: science and technology. Lancaster: Technomic Publishing, 1997. p. 325-354.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. do C. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 5-9, 2003.

**Capítulo 13**

---

**Manuseio  
pós-colheita  
do milho-doce**

Gilmar Paulo Henz  
Celso Luiz Moretti



## Introdução

No mercado brasileiro, o consumo de milho-doce in natura é praticamente inexistente, sendo sua produção destinada majoritariamente para processamento, na forma de conservas. Ao contrário dos Estados Unidos e de outros países, no Brasil existe uma forte tradição do uso do milho-verde comum para consumo fresco, principalmente cozido, além de ser ingrediente fundamental de uma infinidade de comidas regionais, como curau e pamonha, entre outras, nos quais o alto teor de amido é fundamental para o preparo das receitas.

Na década de 1980, foram lançados os primeiros materiais nacionais de milho-doce pela Embrapa Hortaliças e pela Embrapa Milho e Sorgo, as cultivares BR 400 Superdoce, BR 401 Doce-de-Ouro, BR 402 Doce Cristal, e os híbridos BR 420 Docemel e BR 421 Lili (REIFSCHNEIDER et al., 1984; PARENTONI et al., 1990). Atualmente, o mercado brasileiro de sementes de milho-doce é dominado por materiais importados de empresas estrangeiras. A Embrapa Milho e Sorgo lançou o híbrido BRS Vivi em 2010 (TEIXEIRA et al., 2014). As variedades disponíveis possuem características de qualidade que interessam a indústria de processamento, tais como tamanho e formato das espigas, coloração dos grãos, textura do pericarpo, teor de açúcares, entre outras.

Houve algumas tentativas de popularização do milho-doce para ser consumido como milho-verde no mercado brasileiro, mas a exigência da adoção de um sistema de manuseio pós-colheita sofisticado em comparação com o milho comum dificultou sobremaneira sua aceitação. Além disso, a limitação de seu uso culinário e a falta de uma campanha de esclarecimento junto aos consumidores também contribuíram para que o milho-doce não tivesse mercado entre os produtos consumidos in natura. Entretanto, com a evolução na adoção de tecnologias de pós-colheita para produtos hortícolas

no Brasil nas últimas décadas, como produtos minimamente processados, atmosfera controlada e/ou modificada, embalagens e cadeia de frio, atualmente é possível produzir e comercializar o milho-doce para consumo como produto fresco. Existem nichos de mercado para este produto tão especial, particularmente nos grandes centros, à medida que outros produtos exóticos e diferenciados ganham cada vez mais popularidade entre especialistas em gastronomia, restaurantes sofisticados e um público consumidor cada vez mais exigente e interessado em alimentos especiais. Um exemplo é o mercado de hortaliças em miniatura e a importação de produtos hortícolas com pouca produção no Brasil, como cereja, pitaiá, cherimoia, mangostão, endívias, aspargos, couve-de-bruxelas, entre outros.

Pelo fato de ser desconhecido pelos consumidores e não ser diferenciado do milho-verde comum, existe uma verdadeira escassez de trabalhos científicos e artigos técnicos sobre pós-colheita de milho-doce publicados no Brasil, com exceção de algumas dissertações e teses, e artigos sobre processamento. No exterior, ao contrário, desde 1919 já se tinha conhecimento das alterações fisiológicas que este tipo de milho sofre após ser retirado do campo, como pode ser constatado pelo artigo de Appleman & Arthur sobre o metabolismo de carboidratos publicado no *Journal of Agricultural Research*, e vários outros posteriores sobre melhoramento e fisiologia, além de várias publicações técnicas descrevendo tratamentos necessários para a manutenção de sua qualidade.

Os desafios no manuseio pós-colheita do milho-doce podem ser ilustrados pelo exemplo de uma empresa sediada em Brasília, DF, que, na década de 1990, exportava hortaliças para o mercado argentino, no período inicial dos acordos comerciais do Mercosul. A empresa produzia vários tipos de hortaliças específicas para o mercado argentino, como abóbora, berinjela, pimentão, pimenta, tomate e milho-doce, com variedades reconhecidas pelos consumidores portenhos, durante o período de inverno,

em uma propriedade com irrigação no município de Alexânia, GO. Todas as hortaliças eram transportadas para um galpão de beneficiamento localizado na sede do município, uma estrutura metálica simples, com cobertura e as laterais abertas, onde eram feitas as operações de limpeza, seleção, classificação e embalagem, sob temperatura ambiente. Após os processos de beneficiamento, as hortaliças eram temporariamente armazenadas em uma câmara frigorífica. As cargas eram mistas, ou seja, com vários tipos de hortaliças, e transportadas em caminhões frigoríficos em uma temperatura média de 14 °C-16 °C, por distância equivalente a 3.000 km até o mercado atacadista de Buenos Aires. Logo nos primeiros carregamentos, o milho-doce apresentou problemas de conservação pós-colheita, como fermentação e crescimento de microrganismos na superfície dos grãos, inclusive com perda total do produto detectada em Uruguaiana, na fronteira entre o Brasil e a Argentina, onde a carga do caminhão era vistoriada nas aduanas dos dois países. Após uma visita às instalações da empresa, constatou-se que a fermentação das espigas era causada pelo manuseio inadequado do milho-doce, principalmente a falta de controle das temperaturas do produto. Após a colheita na lavoura, não existia nenhum tratamento para retirar o calor de campo e baixar rapidamente a temperatura das espigas, tampouco nos processos de beneficiamento. Na lavoura, as espigas eram colhidas com temperaturas variando entre 18 °C e 30 °C e no galpão de beneficiamento, acima de 20 °C, e depois eram armazenadas em temperaturas variando entre 8 °C e 16 °C em câmaras frias, e transportadas em caminhões refrigerados a uma temperatura ao redor de 15 °C. À época, já se tinha conhecimento de que para manter a qualidade do milho-doce era necessário baixar rapidamente a temperatura de campo, por intermédio do hidrorresfriamento ou outra técnica, e manter o produto sob cadeia de frio, com rigoroso controle das temperaturas, em todas as etapas no manuseio pós-colheita, até alcançar o consumidor. A empresa desistiu de exportar o milho-doce por não ter condições de arcar com as despesas adicionais

necessárias para implementar práticas pós-colheita adequadas no manuseio do produto.

Assim, neste capítulo são abordados aspectos fisiológicos do milho-doce, as etapas do manuseio pós-colheita e os problemas para o produto na fase de pós-colheita, com recomendações de técnicas que devem ser adotadas para que esse milho mantenha todas suas características de qualidade, ou seja, o manuseio ideal. O milho-doce é uma hortaliça altamente perecível por causa da sua elevada atividade metabólica no período pós-colheita. O conteúdo de açúcares, notadamente a sacarose, é o principal determinante da qualidade do produto. Em função desta característica particular, o armazenamento por períodos curtos pode ser danoso à qualidade final do produto, caso as condições de manuseio não sejam adequadas.

## Fisiologia pós-colheita

Na fase de pós-colheita, as espigas de milho-doce sofrem alguns processos fisiológicos bem característicos, como alta taxa respiratória e a rápida conversão de açúcares em amido em altas temperaturas. O milho-doce é considerado um produto altamente perecível depois de colhido, em parte por ser tipicamente um órgão imaturo do ponto de vista fisiológico. Em poucas horas, processos fisiológicos podem afetar dramaticamente atributos importantes para o mercado, como aparência e frescor (KAYS, 1991; MOHAMMED; BRECHT, 2003). A atividade metabólica em produtos colhidos imaturos é alta, acelerando grande parte das alterações fisiológicas e bioquímicas, que podem ocasionar deterioração, senescência e morte dos tecidos, decorrentes principalmente da intensa perda de água (FINGER; VIEIRA, 1997).

Os principais atributos de qualidade para o consumo de milho-doce in natura são o alto teor de açúcares, aroma, sabor e textura, que podem

variar de acordo com variedade, manuseio pós-colheita e condição de armazenamento (MOHAMMED; BRECHT, 2003). O grau de maturidade das espigas no momento da colheita é determinado por uma combinação de atributos, como preenchimento da espiga, secamento dos estigmas (cabelos), desenvolvimento dos grãos, teor de açúcar e textura dos grãos, e com diferenças entre as cultivares conferidas pela composição de genes que regulam o teor e a composição de açúcares.

Os processos fisiológicos das espigas de milho-doce na fase de pós-colheita também dependem da presença de determinados genes, como nas variedades do grupo *Supersweet* (Superdoce), em que o gene *sh2* (*shrunked 2*) inibe a biossíntese de amido, além do alto teor de açúcar. As variedades com este gene específico praticamente dobraram a vida de pós-colheita das espigas em relação às demais, mas mesmo assim o produto é altamente perecível quando comparado com outros hortícolas (MOHAMMED; BRECHT, 2003). Na classificação dos produtos hortícolas em cinco grupos, de acordo com sua taxa respiratória, o milho-doce é classificado como “muito elevado”, juntamente com ervilha, aspargo, brócolis e cogumelos (BRECHT, 1999). Por esta razão, o calor de campo, ou seja, a temperatura que as espigas apresentam no momento da colheita na lavoura, deve ser a primeira preocupação no manuseio pós-colheita do milho-doce porque afeta diretamente a taxa respiratória do produto (Tabela 1). A 0 °C, a taxa respiratória média das espigas de milho-doce é de 30 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 51 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, aumentando para 282 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 435 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 25 °C (BRECHT, 1999).

## Etapas do manuseio pós-colheita

As etapas descritas a seguir são baseadas em recomendações descritas em manuais de pós-colheita e várias publicações técnicas de universidades

dos Estados Unidos, país onde o milho-doce é muito popular para consumo fresco (BRECHT, 1999; KEMBLE, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003).

**Tabela 1.** Taxas respiratórias de milho-doce em função da temperatura.

Temperatura (°C)	Taxa respiratória (mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )
0	30 a 51
5	43 a 83
10	90 a 120
15	145 a 175
20	210 a 311
25	282 a 435

Fonte: Brecht (1999).

## Colheita

A colheita do milho-doce deve ser realizada preferencialmente nas primeiras horas da manhã para se evitar o acúmulo de calor no produto durante o dia. Após a colheita, o material deve ser rapidamente retirado da exposição ao sol e levado para uma área coberta e fria, onde será manuseado. Deve-se evitar o empilhamento de espigas para evitar fermentação. Caso não seja possível a colheita no período matinal, a colheita deve ser feita ao entardecer e o transporte à noite.

## Seleção e classificação

Após a colheita, o milho-doce passa por um processo de seleção, onde são descartadas as espigas que apresentem danos externos aparentes (brocas, lagartas, machucaduras, podridões), classificado-se de acordo com o tamanho de espiga preferido pelos consumidores. No Brasil, para

comercialização do milho-doce pode-se usar os mesmos padrões para o milho-verde comum, classificando-se o produto pelo tamanho das espigas (PEREIRA; CRUZ, 2003).

## Embalagem

Para facilitar o processo de resfriamento rápido, o milho-doce deve ser embalado em caixas de madeira ou de plástico, tomando-se o cuidado de arranjar-se as espigas num único sentido visando otimizar-se o espaço disponível na caixa. Dependendo do mercado de destino, o produto poderá ser embalado em caixas de papelão ondulado, de preferência tratadas com cera ou outro material impermeabilizante, de modo a suportar contato com água, e construídas de tal forma que permitam a troca de calor com o meio refrigerante empregado na etapa de resfriamento rápido (BRECHT, 1999; KEMBLE, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003). No Brasil, as espigas de milho-verde comum são geralmente acondicionadas em sacos de nylon com 25 kg de capacidade, empilhadas nos depósitos e nos caminhões (PEREIRA; CRUZ, 2003).

## Resfriamento rápido

Uma etapa importante no manuseio pós-colheita do milho-doce é a remoção do calor de campo do produto. Quanto mais rápido o produto for esfriado após a colheita maior será a sua vida útil. A remoção do calor de campo dá-se pela técnica do resfriamento rápido, que consiste em utilizar um meio refrigerante para trocar calor com o produto. Várias técnicas de resfriamento rápido são recomendadas para o milho-doce, como vácuo (Figura 1A), hidrorresfriamento (Figura 1B), aplicação de gelo ou água gelada com pedaços de gelo, ar forçado frio ou câmara fria (SARGENT, 1999). No

caso de milho-doce destinado ao processamento, deve-se evitar o empilhamento excessivo de sacos ou caixas com as espigas por causa do processo de fermentação quando em temperaturas acima de 10 °C e produção de calor (BRECHT, 1999; KEMBLE, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003).

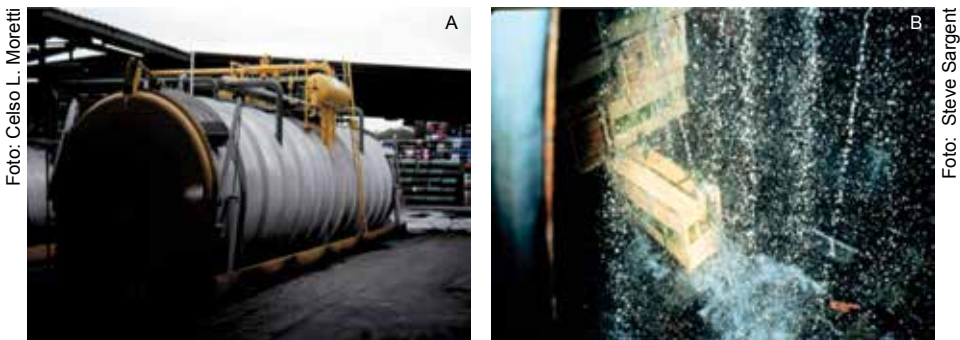


Foto: Celso L. Moretti

Foto: Steve Sargent

**Figura 1.** Técnicas de remoção de calor das espigas ao chegar do campo: técnica de resfriamento rápido a vácuo (A) e técnica de hidrorresfriamento (B).

No resfriamento rápido a vácuo, um lote do produto é colocado numa câmara hermética onde vácuo é aplicado. O abaixamento da pressão atmosférica faz com que a água presente na superfície do milho evapore a temperaturas menores, o que retira calor do produto e reduz a temperatura. Neste processo, o milho-doce embalado em caixas de madeira pode ser resfriado de 30 °C para 5 °C em apenas 30 minutos. O inconveniente desta técnica é a elevada perda de água do produto. Recomenda-se, portanto, a umidificação antes e durante o processo de resfriamento rápido a vácuo. Outro inconveniente é o elevado custo inicial para a instalação do sistema (TALBOT et al., 1991; BRECHT, 1999; SARGENT, 1999; KEMBLE, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003).

O resfriamento rápido com água gelada ou hidrorresfriamento é a modalidade mais empregada para milho-doce. Neste caso, caixas do

produto são imersas ou sofrem um banho com água em temperatura próxima a 0 °C. Com custo inicial de instalação mais baixo do que a técnica a vácuo, o hidrorresfriamento é também um método efetivo, embora leve mais tempo para se diminuir a temperatura do produto. Em testes realizados em diversos locais, observou-se que milho-doce embalado pode levar mais de uma hora para ir de 30 °C a 5 °C utilizando-se o hidrorresfriamento. Espigas de milho-doce que foram submetidas ao hidrorresfriamento 2 horas após a colheita e armazenadas a 0 °C e 95% UR mantiveram a qualidade por 6 dias (VIGNEAULT et al., 2004). O inconveniente maior desta técnica é que a água utilizada para o resfriamento necessita ser periodicamente reciclada, a fim de evitar acúmulo de patógenos, como fungos e bactérias. Recomenda-se ainda que seja adicionado hipoclorito de sódio na dosagem de 100 mg kg<sup>-1</sup> a 150 mg kg<sup>-1</sup> à água de resfriamento para redução dos riscos de contaminação microbiana (TALBOT et al., 1991; BRECHT, 1999; SARGENT, 1999).

Para o hidrorresfriamento preconiza-se a utilização de 1 kg de gelo para cada 3 kg de material a ser resfriado. A fim de reduzir-se o tempo de resfriamento, recomenda-se a instalação de um sistema de circulação da água através do produto para otimizar a troca de calor, reduzindo de maneira mais rápida a temperatura do produto. Uma pequena hélice ou um compressor de ar podem ser instalados no tanque de resfriamento para executarem o trabalho recomendado (TALBOT et al., 1991; BRECHT, 1999; SARGENT, 1999; KEMBLE, 2001; MOHAMMED; BRECHT, 2003).

Uma alternativa mais simples e barata é a instalação de canos de PVC com microaspersores no teto de caminhão frigorífico para retirar o calor de campo com água gelada, com as espigas embaladas em *big bags*, tecnologia desenvolvida pelo projeto Hunger-Free Minnesota (2013). No caso de utilização deste processo no Brasil, poderiam ser utilizados os sacos de fita de plástico trançadas, com capacidade para 50 a 55 espigas e cerca de 25 kg (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003).

Em um dos poucos trabalhos publicados sobre pós-colheita de milho-verde no Brasil, Sousa (2013) avaliou o efeito do hidrorresfriamento sobre a qualidade pós-colheita da cultivar BR 400, do tipo Superdoce. O tempo para estabilização da temperatura foi de 80 minutos para espigas com palha e de 70 minutos para espigas sem palha, sendo a temperatura de estabilização em torno de 2,5 °C. As espigas da cultivar BR 400 foram muito suscetíveis à perda de massa fresca, sendo o melhor tratamento o uso de filme de PVC para embalar espigas sem palha, independentemente de terem sido submetidas ao hidrorresfriamento. De acordo com o autor, a embalagem gera um atmosfera saturada de vapor d'água que reduz a perda de água das espigas. Outro atributo avaliado foi o comportamento do teor de clorofila da palha das espigas mantidas a 22 °C e 5 °C por 4, 7 e 14 dias. Aos 4 dias, as espigas mantidas a 22 °C perderam cerca de 44% a 50% do teor de clorofila, enquanto aquelas mantidas a 5 °C sem hidrorresfriamento apresentaram aumento de 17% no teor de clorofila aos 14 dias. As espigas que sofreram tratamento de hidrorresfriamento e foram mantidas a 5 °C apresentaram teores variáveis de clorofila durante as duas semanas de armazenamento, com queda de 11,6% aos 14 dias.

## Armazenamento do pós-colheita

Recomenda-se que o milho-doce seja armazenado em temperaturas próximas a 0 °C, mas nunca menores do que -0,6 °C, sob risco de congelamento da espiga. Nestas condições, o produto tem, em média, uma vida de prateleira variando entre 5 e 8 dias (HARDENBURG et al., 1986). Com o tratamento de hidrorresfriamento, espigas de milho-doce conservaram-se em ótima condição até os 21 dias de armazenamento a 1 °C e 90%–95% UR (CORTBAOUI, 2005). À medida que se eleva a temperatura de armazenamento, diminui-se a vida útil do produto. Assim, espigas armazenadas a 5 °C e 10 °C têm conservação diminuída de 3 a 5 para 2 dias.

## Carregamento e transporte

Após o resfriamento rápido e quando se fizer necessário o armazenamento, o produto deve ser rapidamente colocado em câmara fria em temperatura próxima a 0 °C. É prática comum a colocação de gelo triturado acondicionado nas embalagens (Figura 2) durante o transporte para a manutenção de temperaturas mais baixas (TALBOT et al., 1991; SARGENT, 1999).

Sugere-se que seja utilizada temperatura ao redor de 1 °C, pois reduz-se consideravelmente o risco de congelamento do produto. O principal problema dos sistemas de refrigeração empregados em unidades frigoríficas reside no fato de que, em muitos casos, para manter a temperatura uniforme de 0 °C, os sistemas liberam ar frio em temperaturas variando entre -3 °C e -8 °C, o que causa congelamento localizado do produto. Desta forma, aconselha-se que o termostato do sistema de refrigeração seja ajustado para 1 °C (TALBOT et al., 1991; SARGENT, 1999).

No carregamento das caixas de milho-doce deve-se ter o cuidado de deixar espaço suficiente nas laterais, embaixo e no teto da câmara fria para que o ar possa fluir através da carga, trocando calor com o produto. Recomenda-se que as caixas fiquem afastadas pelo menos 10 cm de cada



Foto: Gilmar Paulo Henz

**Figura 2.** Milho-doce acondicionado em caixa de papelão, para armazenamento em câmara fria com temperatura próxima de 0 °C.

lateral da parede da câmara e também do assoalho. Neste último caso, pode-se utilizar um estrado de madeira que assegurará que a carga não bloqueará a passagem do ar frio (SARGENT, 1999).

## Preparo para o mercado

Assim como para o milho-verde comum, no varejo as espigas de milho-doce podem ser comercializadas inteiras, com palha, sem palha, ou parcialmente com palha (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003). Em outros países, uma das maneiras mais usuais de apresentação do milho-doce é com as espigas parcialmente sem palha, com apenas uma ou duas camadas mais internas e deixando à mostra parte dos grãos (SARGENT, 1999; MOHAMMED; BRECHT, 2003), como ocorre na África do Sul (Figura 3). Além de deixar o

Foto: Gilmar Paulo Henz



**Figura 3.** Forma de apresentação de milho-doce para consumo fresco embalado em bandejas de isopor recobertas por filme de PVC, minimamente processado, e parcialmente despalhado, com parte dos grãos à mostra.

produto com uma apresentação mais sofisticada, com o contraste entre a cor verde-clara da palha e o amarelo dos grãos, ajuda a manter a turgidez do produto, evitando desidratação excessiva e o enrugamento dos grãos (Figura 3).

No mercado brasileiro, a forma usual de comercialização do milho-verde comum é na forma minimamente processada, sem palha, com os sabugos cortados na extremidade distal, acondicionadas em bandejas de isopor e recobertas com filme

plástico de PVC para manter umidade elevada (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003). No varejo, geralmente o produto embalado não é mantido em baixas temperaturas, mas para o milho-doce a recomendação é de que se mantenha o produto em balcões refrigerados a 5 °C. A umidade relativa no interior da embalagem deve ser de 95% a 98%. Não existem informações técnicas disponíveis no Brasil sobre como o milho-verde comum é manipulado, como temperatura e umidade relativa do ambiente, ou se sofre algum tipo de tratamento pós-colheita, como sanitização, antes de ser embalado, ou ainda a higienização do local de manuseio. A operação de retirada das palhas das espigas pode contribuir para a contaminação microbiológica do produto.

## Armazenamento sob atmosfera modificada/controlada

Existe um único trabalho publicado sobre este tema no Brasil, no qual foi avaliado o híbrido HT1 de milho-doce do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo (MAMEDE et al., 2014). As espigas foram parcialmente despalhadas e imersas em água a 5 °C com 200 mg L<sup>-1</sup> de cloro ativo por 15 minutos. Posteriormente, foram retiradas as palhas restantes e removidos os estigmas, cortando-se as extremidades das espigas com faca inox; essas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno. As espigas foram submetidas a três atmosferas diferentes, durante 9 dias, em temperatura de 5 °C e 90% UR, sendo avaliados vários atributos de qualidade. Os autores recomendam a manutenção das espigas na atmosfera de 2% O<sub>2</sub> e 8% CO<sub>2</sub> por apresentarem menores populações de coliformes a 35 °C, de bactérias psicotróficas e fungos filamentosos e leveduras. Mamede et al. (2015) recomendam duas atmosferas controladas (2% O<sub>2</sub> 8% CO<sub>2</sub> e 4% O<sub>2</sub> 8% CO<sub>2</sub>) para conservação de milho-verde minimamente processado 'Embrapa HT1' armazenado a 5 °C. Entretanto, para compor atmosfera modificada ativa e

para fins operacionais, recomenda-se a atmosfera de 4% O<sub>2</sub> 8% CO<sub>2</sub> pela facilidade de alcançar a concentração desejada de O<sub>2</sub>.

## Problemas pós-colheita

Depois de colhidas, as espigas de milho-doce podem sofrer diversos problemas fisiológicos que afetam sua qualidade e valor comercial, tais como a conversão de açúcares em amido, perda de água dos grãos e dano mecânico, além de pragas não detectadas nas espigas, protegidas pela palha, como lagartas e brocas, além da possibilidade de ocorrer o desenvolvimento de fungos nos grãos danificados ou na superfície das espigas.

### Problemas fisiológicos

Conversão de açúcares em amido: as variedades mais cultivadas de milho-doce atualmente contêm o gene *sh2*, com aumento substancial nos teores de açúcar em comparação com as cultivares mais antigas, com o gene *su1*, além de possuírem um gene inibidor da síntese de amido (MOHAMMED; BRECHT, 2003). Mesmo assim, o produto é altamente perecível e perde rapidamente seu principal atributo de qualidade, o alto teor de açúcar, caso não seja mantido constantemente em baixas temperaturas em razão da sua alta taxa respiratória e do processo de conversão dos açúcares em amido.

Perda de água: os grãos de milho-doce têm alto teor de água no momento da colheita, protegidos naturalmente por camadas de palha. Entretanto, quando comercializadas sem palhas ou parcialmente sem palha, as espigas podem sofrer desidratação quando conservadas em ambiente sem controle adequado de temperatura e/ou umidade relativa ou em embalagem inadequada. Espigas nesta condição devem ser embaladas

em bandejas de isopor recobertas por filme plástico de PVC e mantidas sob refrigeração. A dissertação de mestrado de Braz (2002) apresenta uma interessante escala visual (com notas de 1 a 5) para avaliar o murchamento dos grãos das espigas de milho em função da porcentagem de perda de peso, onde 1= 0% de perda; 2= 7% de perda; 3= 14% perda; 4= 40% de perda; 5= 75 % de perda.

## Dano mecânico

Em termos gerais, os grãos e as espigas do milho-doce são adequadamente protegidos pelas várias camadas de palha verde, um envoltório natural que tem praticamente as mesmas funções das embalagens. A ocorrência de injúrias mecânicas que afetam frutas delicadas, como mamão e pêssigo, não são muito comuns em milho-doce, entretanto, isto não significa que o produto não possa sofrer perdas por amassamentos, perfuração e abrasão, considerando-se que as espigas são colhidas no estágio leitoso, com os grãos apresentando acima de 70% de teor de água. Assim como para outros produtos hortícolas, deve-se evitar danos no manuseio pós-colheita para manter a integridade física das espigas e sua qualidade. É comum o desenvolvimento de microrganismos secundários na superfície dos tecidos lesionados. Eventuais danos mecânicos também podem danificar a palha externamente e afetar a aparência das espigas, que devem manter a cor verde típica (KADER, 2002).

## Pragas e doenças pós-colheita

O milho-doce apresenta algumas particularidades no tocante a problemas nas espigas na fase de pós-colheita, quase uma exceção entre produtos hortícolas, com baixa incidência de doenças como causa primária

de perdas e maior importância de pragas e processos fisiológicos. Algumas pragas que atacam as espigas do milho durante o cultivo em campo também são causadoras de perdas significativas na fase de pós-colheita. As espigas comercializadas com palha muitas vezes abrigam pragas internamente, que causam danos diretos aos grãos e espigas, além de promoverem o desenvolvimento de podridões secundárias causadas por fungos e bactérias.

## Pragas

Entre as principais pragas das espigas de milho registradas no Brasil, as mais relevantes são a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), a *Euxesta* sp. (mosca) e a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). A lagarta-da-espiga é uma das pragas mais importantes do milho, porque faz a oviposição nos cabelos (estilos-estigmas), e as larvas alimentam-se desses estigmas, impedindo a fertilização e causando falhas nas espigas. A lagarta ainda se alimenta diretamente dos grãos leitosos, destruindo-os, além de deixar

dejetos nas espigas que depreciam comercialmente o produto (Figura 4).

Seu ataque favorece a infestação por pragas secundárias, como o caruncho (*Sitophilus zeamais*) e a traça (*Sitotroga cerealella*), bem como a penetração por microrganismos e de umidade, que causa o apodrecimento dos grãos. O controle químico

desta lagarta é difícil, sendo indicado o plantio de cultivares com maior nível de resistência, como materiais com excelente empalhamento das espigas, o que também contribui para maior conservação pós-colheita. *Euxesta* sp.

Foto: Fernando Lucena



**Figura 4.** Espiga de milho-doce com grãos danificados pela lagarta-da-espiga.

também pode causar danos semelhantes ou maiores que *Helicoverpa* sp., podendo ocorrer associada ou isoladamente. Outra praga que ocorre nas espigas é a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Caso o ataque de lagartas esteja limitado à parte superior da espiga, onde estão a ponta e os cabelos (Figura 5), a parte afetada pode ser eliminada cortando-se com uma faca, uma operação conhecida como toailete em hortaliças. Neste caso, é importante verificar se os grãos da parte remanescente da espiga não foram afetados por fungos secundários.



Foto: Gilmar Paulo Henz

**Figura 5.** Dano causado pela lagarta *Helicoverpa zea* no cabelo e na parte distal da espiga de milho-doce.

## Doenças

As espigas de milho podem ser afetadas por podridões, principalmente em regiões em que predomina clima úmido e chuvoso na época que precede a colheita. A incidência de doenças nas espigas aumenta quando são atacadas por pássaros e principalmente por lagartas. Em cultivares em que a espiga fica bem coberta pela palha, os grãos dificilmente sofrem ataque direto de fungos, que em sua maioria são fracamente patogênicos. Além disso, para minimizar a possibilidade de ocorrência de doenças de pós-colheita nas espigas de milho-doce, deve-se adotar todas as medidas ideais para o manuseio do produto, como hidrorresfriamento e a manutenção da cadeia de frio durante a comercialização. Mantendo-se as espigas e os grãos intactos, e em boa condição fisiológica, reduz-se drasticamente a possibilidade de desenvolvimento de fungos e bactérias.

Existem vários fungos que infectam espigas de milho, ainda no campo, quando os grãos estão com teor de água em torno de 20%–21%, causando doenças conhecidas genericamente como podridões de espigas. Já foram registrados *Fusarium*, *Giberella*, *Diplodia*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Nigrospora*, *Aspergillus* e *Penicillium*. Algumas dessas espécies de fungos podem produzir micotoxinas, um risco potencial para a saúde humana e animal (SHURTLEFF, 1980; IOWA STATE UNIVERSITY, 2009).

Ao contrário do milho seco, as espigas de milho-doce ou milho-verde para consumo in natura são colhidas com teor de água entre 70% e 80%, dependendo do tipo e da variedade. Nessa condição, o número de espécies de fungos capazes de causar infecções é reduzido, ainda mais quando os grãos estão intactos, em boas condições fisiológicas e protegidos pelas camadas de palha. Em milho-doce, já foram registrados como causadores de doenças de pós-colheita os fungos *Alternaria alternata*, *Fusarium moniliforme* e *Mucor hiemalis* (MOHAMMED; BRECHT, 2003). Também é possível o crescimento superficial de fungos secundários nas palhas, nos cabelos e nas espigas de milho-verde quando o produto é armazenado em ambiente de alta umidade por períodos maiores que 10 dias, o que afeta a aparência do produto e seu valor como mercadoria. Não existem registros sobre a identificação de fungos causando doenças de pós-colheita em milho-doce no Brasil. Em milho-verde, é possível observar o crescimento de vários fungos causadores de podridões de pós-colheita em produtos hortícolas, como *Fusarium* (Figura 6).

O controle desses fungos é difícil, principalmente porque podem desenvolver-se internamente nas espigas, a partir de uma porta de entrada, como ferimento ou dano por lagarta ou pássaros. A escolha de cultivares



Foto: Gilmar Paulo Henz

**Figura 6.** Espigas de milho-doce com desidratação dos grãos.

com espigas bem cobertas pela palha e o controle de lagartas são as principais medidas preventivas. Durante o armazenamento pós-colheita das espigas, deve-se evitar a condensação de água na sua superfície, em geral causada por mudanças na temperatura dos ambientes nos quais o produto é armazenado, transportado ou exposto. Uma situação muito comum no mercado varejista brasileiro é a comercialização de espigas de milho sem palha embaladas em bandejas de isopor recobertas por filme plástico de PVC mantidas em temperaturas acima de 5 °C, ou em ambientes com muita variação de temperatura, como galpões de beneficiamento, câmaras frigoríficas, caminhões, depósitos, gôndolas sem refrigeração ou em balcões refrigerados de supermercados por períodos superiores a 2-3 dias. Nesse caso, a embalagem previne a perda de água dos grãos, mas funciona como uma “minicâmara úmida”, ou seja, um ambiente altamente propício para o acúmulo de água na superfície das espigas e na própria embalagem, estimulando o desenvolvimento de microrganismos.

Além das pragas e doenças que podem afetar as espigas de milho-doce na fase de pós-colheita, um dos riscos é o aumento da população microbiana nas espigas durante a comercialização. Em condições experimentais, Mamede et al. (2014) relataram aumento da contagem de coliformes, bactérias aeróbias psicotróficas e fungos filamentosos e leveduras em espigas minimamente processadas de milho-doce durante armazenamento por 8 dias, mesmo sendo submetidas a imersão em água a 5 °C com 200 mL L<sup>-1</sup> de cloro ativo por 15 minutos. Sob temperaturas acima de 15 °C, os grãos de milho-doce podem sofrer processo fermentativo com desenvolvimento de leveduras em sua superfície (Figura 7).



Foto: Gilmar Paulo Henz

**Figura 7.** Espigas de milho-doce sem palha apresentando desenvolvimento de leveduras, causando deterioração dos grãos.

## Considerações Finais

O milho-doce para consumo fresco apresenta boas perspectivas no mercado brasileiro, particularmente nos grandes centros consumidores. Conforme apresentado neste capítulo, já existem tecnologias de pós-colheita que permitem que o produto tenha uma vida de prateleira de até 5 dias, com manutenção de todas as qualidades organolépticas e nutricionais desse tipo de milho especial.

## Referências

- BRAZ, R. F. **Conservação pós-colheita de espigas de milho-verde em função da cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento**. 2002. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BRECHT, J. K. **Sweet corn**. Gainesville: University of Florida, 1999. 5 p.
- CORTBAOUI, P. **Assessment of recooling techniques for sweet corn**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado) – McGill University, Montreal.
- FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 29 p. (UFV. Caderno didático, 19).
- HARDENBURG, E. H.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 136 p. (USDA. Agricultural handbook, 66).
- HUNGER-FREE MINNESOTA. **Sweet corn rescue**. 2013. Disponível em: <<http://hungerfreemn.org/wp-content/uploads/2013/09/Infographic-Corn-Rescue-2013.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2015.
- IOWA STATE UNIVERSITY. **Corn field guide**. Ames, 2009. 84 p.
- KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Oakland: University of California, 2002. 535 p.
- KEMBLE, J. M. **Commercial sweet corn handling**. Auburn: Alabama A&M University: Auburn University, 2001. 4 p. (Alabama Cooperative Extension System. ANR-584).
- KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453 p.

- MAMEDE, A. M. G. N.; CHITARRA, A. B.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; FERREIRA, C. S.; LIMA, L. C. O. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde minimamente processado sob diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 200-206, 2009.
- MAMEDE, A. M. G. N.; CHITARRA, A. B.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; PEREIRA FILHO, I. A. Qualidade do milho doce minimamente processado conservado sob diferentes atmosferas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 22, n. 6, p. 520-534, 2014.
- MAMEDE, A. M. G. N.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; PEREIRA FILHO, I. A.; GODOY, R. L. O. Conservação pós-colheita de milho verde minimamente processado sob atmosfera controlada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 2, p. 149-158, 2015.
- MOHAMMED, M.; BRECHT, J. K. Immature fruit vegetables. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 671-690.
- PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; VILLAS BOAS, G. L. Milho-doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 17-22, 1990.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Colheita, transporte e comercialização. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 183-194.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; GAMA, E. E. G.; REIS, N. V. B. Milhos-docesuperdoce, doce-de-ouro e doce Cristal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 53-54, 1984.
- SARGENT, S. A. **Handling and cooling techniques for maintaining postharvest quality**. Gainesville: University of Florida, 1999. 13 p. (University of Florida. Document HS 719).
- SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. Saint Paul: APS Press, 1980. 105 p.
- SOUSA, S. C. C. **Hidrorresfriamento na conservação e qualidade pós-colheita de milho-verde**. 2013. 77 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- TALBOT, M. T.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K. **Cooling florida sweet Corn**. Gainesville: University of Florida, 1991. 21 p. (Circular n. 941).
- TEIXEIRA, F. F.; PAES, M. C. D.; GAMA, E. E. G. e; PEREIRA FILHO, I. A.; MIRANDA, R. A. de; GUIMARAES, P. E. de O.; PARENTONI, S. N.; COTA, L. V.; MEIRELLES, W. F.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARAES, L. J. M.; SILVA, A. R. da; MACHADO, J. R. de A. BRS Vivi: single-cross super sweet corn hybrid. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 14, n. 2, p. 124-127, jun. 2014.
- VIGNEAULT, C.; GARIÉPY, Y.; ROUSSEL, D.; GOYETTE, B. The effect of precooling delay on quality of stored corn. **Food, Agriculture and Environment**, v. 2, n. 2, p. 71-73, 2004.



## Capítulo 14

---

# Colheita e transporte do milho-doce

Evandro Chartuni Mantovani  
Israel Alexandre Pereira Filho



## Introdução

A colheita do milho-doce pode ser realizada manualmente ou mecanizada, quando os grãos estiverem entre 70% e 78% de umidade (estádio leitoso), o que ocorre entre 20 e 28 dias após o florescimento (DAF). Normalmente a colheita é iniciada em horas mais frescas, ou seja, nas primeiras horas do dia, para que as espigas ainda frescas cheguem aos pontos de venda ou na indústria em bom estado e com bom percentual de umidade (SILVA, 1994; BOTTINI et al., 1995). No processo de colheita manual, um trabalhador bem treinado pode colher até três toneladas por dia, colhendo as espigas uma a uma sem danificá-las (TOMAZELA, 1998).

Segundo Bottini et al. (1995), são necessários dez serviços para o carregamento de um caminhão com capacidade para 500 a 600 sacos de espigas de milho-verde. Cada saco de polietileno tem capacidade para 25 kg, embalando ao redor de 50 a 55 espigas. No contrato com a indústria, é acordada também a colheita, com equipes especializadas para colher, embalar, carregar e descarregar as espigas nos galpões das indústrias ou nos Ceasas.

## Processamento da colheita

Na necessidade de aumentar a eficiência operacional da colheita de espigas do milho-doce para atender a demanda do mercado, a colheita mecânica é uma alternativa viável e que deve ser realizada seguindo recomendações agronômicas.

De um modo geral, verifica-se que nos plantios de verão quando a lavoura se desenvolve em condições de temperaturas mais elevadas a colheita é realizada aos 70 a 90 dias após o plantio, 20 a 25 dias após

a floração, enquanto nos plantios realizados nos meses mais frios o ciclo pode se prolongar e a colheita pode ser retardada até mais de 120 dias. O ponto de colheita é variável em função das condições climáticas resultantes de diferentes épocas de semeadura ou da região onde a lavoura foi instalada. De acordo com Silva e Paterniani (1986), o milho-doce deve ser colhido com os grãos no estado leitoso, apresentando de 70% a 75% de umidade, à semelhança do milho-verde comum.

Uma indicação mais adequada da época de colheita é apresentada por Sawazaki et al. (1979), em que o ponto de colheita é determinado pela contagem do número de dias após a polinização (DAP), sendo o intervalo ótimo de 18 a 25 DAP para milho-doce. Por se tratar de um produto bastante perecível, o processo de colheita precisa ser ágil, reduzindo ao máximo o tempo entre a colheita e a entrega do produto, tanto para o consumo in natura como para a indústria de conservas alimentícias.

Normalmente o tempo de permanência no campo em condições de colheita, tanto do milho-verde normal quanto para o milho-doce, varia em torno de cinco dias, dependendo da cultivar e das condições climáticas (SILVA; PATERNIANI, 1986; BOTTINI et al., 1995).

No caso de colheita mecanizada (Figura 1), ao se comprar a máquina, há necessidade de atender ao cronograma planejado, e para isso é preciso

Fotos: Sinval Resende Lopes



**Figura 1.** Máquina de colheita mecânica (A e B) de milho-doce e detalhe do depósito de espigas (C).

dimensionar o tamanho da colhedora automotriz. Nesse aspecto, a largura da plataforma da máquina de colheita, ou seja, o número de linhas de colheita e espaçamento, precisa ser conhecido antecipadamente, para se realizar o trabalho no campo e colher a área plantada em cinco dias.

## Planejamento de colheita

O calcular da eficiência operacional ( $EO$ ) de uma colhedora automotriz pode ser feito utilizando-se a seguinte fórmula:

Eficiência Operacional ( $t\ h^{-1}$ ) = (velocidade de trabalho ( $m\ h^{-1}$ )  $\times$  largura de corte ( $m$ )  $\times$  fator de campo)/10.000

Exemplo: temos um campo de 50 ha, trabalhando 8 horas por dia, em 5 dias, temos:

$$EO = 50\text{ ha}/(5\text{ dias} \times 8\text{ h dia}^{-1}) = 1,25\text{ ha hora}^{-1}$$

A recomendação técnica de estande para milho-doce é de 50 mil a 55 mil plantas  $ha^{-1}$  e, para facilitar, consideramos para o cálculo 50 mil plantas  $ha^{-1}$  e uma espiga por planta, perfazendo um total de 50 mil espigas  $ha^{-1}$ .

Para o cronograma em questão, a eficiência operacional ( $EO$ ) que foi calculada anteriormente mostrou que a colhedora terá que colher 1,25 ha por hora, para atender a demanda estabelecida pelo agricultor, que é de colher 50 ha em 5 dias. Considerando que a velocidade de colheita é constante, de 5 km por hora, e sendo o fator de campo de 70%, pode-se então conhecer a largura de corte que a plataforma de colheita deverá ter. Para tal procedimento, o cálculo da largura de corte ( $L$ ) ou número de linhas da colhedora automotriz é calculado através da:

$EO = 1,25 \text{ ha h}^{-1} = (5.000 \text{ m h}^{-1} \times L(\text{m}) \times 0,7)/10.000$ ,  $L(\text{m}) = \text{largura de corte} = (10.000 \times 1,25)/(5.000 \times 0,7)$ , obtém-se o valor de 3,57 m de plataforma de colheita.

Se a cultura for semeada com espaçamento de 0,70 m entre linhas, o número de linhas ( $NL$ ) necessárias para atender ao cronograma de colheita é calculado através da fórmula:

$NL \text{ da plataforma de colheita} = 3,57 \text{ m} / 0,70 \text{ m de espaçamento} = 5 \text{ linhas}$  e  $EO = 1,25 \text{ ha h}^{-1} = 50.000 \times 1,25$ , o resultado é 62.500 espigas por hora.

Fica claro que quem estabelece o cronograma de colheita é o agricultor, em função da necessidade de entrega do produto ao mercado consumidor ou para a indústria de conservas alimentícias. Neste caso, ele está colhendo  $1,25 \text{ ha h}^{-1}$ , ou 62.500 espigas por hora, perfazendo um total de 2.500 sacos  $\text{h}^{-1}$ . Sendo assim, o tamanho da plataforma pode variar em função do cronograma e tamanho de área de produção, bem como da demanda de mercado.

No exemplo elucidado, o dimensionamento foi planejado para trabalhar 8 horas/dia, mas se as condições climáticas forem para dias muito quentes recomenda-se trabalhar apenas 4 horas por dia utilizando a Eficiência Operacional de 2,25, o que significa ter que aumentar o tamanho da plataforma para 10 linhas ou utilizar duas colhedoras de 5 linhas cada.

## Infraestrutura de transporte

É importante entender que após se ter estabelecido o dimensionamento do tamanho da máquina de colheita para atender ao cronograma de trabalho, estabelecido pelo agricultor, deve ser feito o planejamento de

infraestrutura de transporte das espigas, do campo até a área de preparo e embalagem para venda. A falta de carretas para transporte de espigas do campo até a local de armazenamento com certeza vai afetar a eficiência operacional da colhedora, uma vez que ela poderá ter paradas constantes quando o seu depósito encher ou a carreta transportadora que estiver ao lado da máquina tiver que levar a carga para descarregar e voltar ao campo. Normalmente, em colheita mecânica, a eficiência operacional é medida em toneladas por hora, uma vez que se colhem campos com produtividades diferentes e em muitos casos a velocidade terá que ser reduzida para evitar embuchamentos ou perdas. As paradas sucessivas podem reduzir a eficiência da máquina e comprometer o cronograma estabelecido para entrega do produto. Para evitar estes transtornos e manter a eficiência operacional dentro dos valores esperados, o agricultor deve ter em mãos a quantidade colhida por hora e calcular o tempo de entrega de carga até o galpão de preparo das espigas e retorno vazio ao campo, para calcular o número de carretas de apoio realmente necessárias. Desta forma, somando os tempos de carga de transporte cheio e vazio, pode-se calcular o número de carretas necessárias para atender adequadamente a colheita mecânica do milho-verde-doce, sem comprometer a eficiência operacional da colhedora.

A cultura do milho verde doce é altamente perecível, portanto é desejável que sua produção fique perto dos grandes centros consumidores, e que as cultivares utilizadas sejam adequadas para uma colheita de forma a aumentar o período de comercialização sem que o produto perca sua qualidade.

A época de colheita pode afetar bastante o preço final do produto e a rentabilidade do produtor. Estudo de sazonalidade de preços tanto de milho-doce quanto de milho-verde comum tem mostrado que as menores cotações de preço do ano são observadas nos meses de janeiro a abril e as maiores de agosto a novembro.

Pela especificidade de mercado, o produtor de milho-doce deve previamente contatar compradores potenciais do seu produto, como a indústria de conservas alimentícias e supermercados, bem como os Ceasas. No caso da indústria, o produtor não precisa dispor de mão de obra qualificada para a colheita, pois ela assume totalmente a operação.

A colheita do milho-doce deve ser realizada quando as espigas estiverem com 70% a 75% de umidade e de preferência nas primeiras horas da manhã, quando a umidade do ar ainda é alta e a temperatura é menor em relação às outras horas do dia. Após a colheita, o material deve ser rapidamente retirado da exposição ao sol e levado para uma área coberta e fresca onde será manuseado. Outro ponto importante é que a colheita feita nas primeiras horas da manhã dispensa o uso das câmaras frias, o que ajuda na economia de energia. É importante que se faça uma toailete nas espigas, retirando as folhas bandeiras ou pedúnculos longos demais, com o objetivo de diminuir a taxa de respiração, evitando a perda de umidade e proporcionando maior número de espigas apropriadas à indústria.

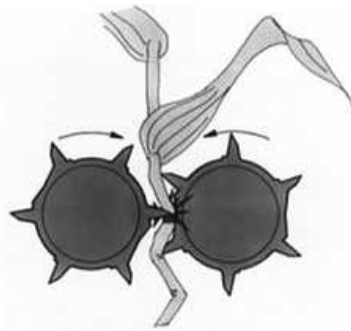
A uniformidade em relação ao teor de umidade é de fundamental importância, uma vez que o milho-doce para indústria colhido mais duro, abaixo da umidade ideal, propicia uma queda na qualidade, por causa da inversão de açúcares. Uma lavoura não uniforme na maturação leva a uma antecipação da colheita, e, nesse caso, os grãos apresentam elevado teor de umidade, com conseqüente queda no rendimento industrial, em razão do elevado número de espigas no estado "cristal", que é permitido somente numa proporção de até 8% pela indústria de conservas.

Durante a colheita, deve-se preferir sempre as espigas mais cilíndricas, uma vez que as de formato cônico geralmente conduzem a um menor aproveitamento, com ineficiência na desgrana dos grãos localizados na parte de menor diâmetro.

## Recolhimento das espigas

Essa coleta é feita pela regulagem dos rolos espigadores e chapas de bloqueio, localizados nas linhas da plataforma. Entretanto, para se evitar perdas, o espaçamento entre as linhas deve coincidir com o espaçamento das linhas de plantio. Ao iniciar a colheita mecânica, a planta do milho é puxada pelos rolos para baixo, e durante o percurso a espiga fica retida na chapa de bloqueio, sendo destacada, para, em seguida, ser transportada para o depósito.

Deve-se atentar para o diâmetro médio das espigas ao regular a abertura da chapa de bloqueio, evitando perda ou a destruição da espiga pelos rolos puxadores, como mostra a Figura 2. A desuniformidade de espigas pode gerar perdas e danos durante a colheita mecânica, uma vez que a regulagem de abertura das chapas é realizada de acordo com o tamanho médio de uma amostragem representativa delas.



**Figura 2.** Detalhe dos rolos puxadores puxando a planta.

Deve-se regular e controlar a velocidade de deslocamento da colhedora, no caso de haver muitas plantas acamadas e quebradas. É difícil tentar controlar a perda total de espigas, uma vez que grande parte delas já se encontra no solo antes de começar a colheita. Uma maior ou menor percentagem de plantas acamadas e quebradas está diretamente ligada ao melhoramento de plantas, no sentido de desenvolver cultivares mais resistentes ao quebraamento.

## Transporte

O meio de transporte é importante para qualquer tipo de milho, comum ou doce, com o objetivo sempre de preservar a qualidade das espigas até o destino final. O transporte das espigas, dependendo do tamanho da lavoura, pode ser feito via animal ou em caminhões baús frigoríficos, principalmente se a lavoura situar-se muito longe do centro consumidor, ou também em condições de temperaturas elevadas, com o objetivo de preservar o máximo a qualidade e a quantidade de espigas comerciais. Por lado, quando o transporte é feito inadequadamente e nas horas mais quentes do dia, pode provocar uma perda significativa de água, em virtude da alta taxa de respiração, especialmente no milho-doce, que é cerca de oito vezes maior do que nas frutas e vegetais, mesmo com temperatura baixa em condições de campo (BOYETTE et al., 1998).

Foto: Israel A. P. Filho



**Figura 3.** Espigas de milho-verde embaladas para transporte, em sacos de fitas plásticas trançadas, com capacidade para 40 a 50 espigas e peso ao redor de 25 kg.

O acondicionamento das espigas para transporte normalmente é feito em sacos de polietileno (Figura 3), com capacidade para 40 a 50 espigas, pesando cerca de 25 kg, muito usado para comercialização nos Ceasas, em sacolões e quitandas. Para as feiras livres, o transporte é feito em carrinhos de mão ou em caminhões (Figuras 4A e 4B). Nas feiras livres, a comercialização quase sempre é a granel, para facilitar a escolha pelo comprador, uma vez que nem sempre é feita a seleção prévia das espigas de acordo com as



Fotos: Israel A. P. Filho

**Figura 4.** Milho-verde transportado em carrinho de mão (A) e transporte de milho em caminhão (B).

características das demandas comerciais. Nesse caso, as espigas são colocadas em um espaço livre sem nenhuma proteção do sol, o que acelera o processo de desidratação, tornando-as depreciadas e com menor valor comercial.

O transporte do milho-doce do campo para o mercado consumidor ou até a indústria de conservas alimentícias pode ser feito de diversas maneiras, o importante é que ele seja rápido, para que as espigas não se desidratem ou se danifiquem, evitando assim queda de preço e da qualidade.

## Aproveitamento da palhada de milho-doce pós-colheita

Na colheita de milho-doce, nem todas as espigas são aproveitadas, o que proporciona uma produção de palhada e espigas passadas do ponto

de colheita ou fora de padrões exigidos pelo consumidor ou pela indústria. Esta parte não aproveitável (planta mais espigas) poderá ser utilizada como forragem ou como adubação orgânica.

Couto et al. (1984) encontraram produções de matéria fresca da parte aérea sem espigas variando de cerca de 14,77 t ha<sup>-1</sup> a 44,50 t ha<sup>-1</sup> em 10 épocas de plantio durante o ano e três cultivares de milho. Em estudo semelhante, Oliveira et al.(1990), trabalhando com 10 épocas de plantio durante o ano e quatro cultivares de milho, relataram valores de 14,0 t ha<sup>-1</sup> a 35,6 t ha<sup>-1</sup> em 1984/1985 e de 10,0 t ha<sup>-1</sup> a 36,2 t ha<sup>-1</sup> de peso da massa verde da planta sem espigas.

Ramalho et al. (1985) avaliaram a produção de matéria seca da palhada de duas variedades de milho (BR 105 e BR 126) durante 2 anos e em sete épocas de plantio. A produção de matéria seca foi de 7,5 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a uma produção de matéria verde estimada de 29 t ha<sup>-1</sup>, considerando que o teor de umidade desse material variou pouco entre as épocas, ficando em torno de 74,3%. Segundo esses autores, os valores médios para percentagem de proteína bruta na palhada e espigas-refugo foram de 5,17% e 6,99%, respectivamente. Os dados citados confirmam a ideia de que, além das espigas comercializáveis, a massa verde (SILVA, 1994) rende ainda, em média, 25 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca que podem ser utilizadas diretamente no coxo para alimentação animal. Nesse caso, é recomendável o uso até cerca de 3 semanas após a colheita do milho-doce, pois durante este período a planta de milho continua realizando fotossíntese e acumulando carboidrato no colmo naquelas plantas onde foi colhida a espiga, mas depois desta fase (equivalente aos grãos no estágio farináceo-duro), o colmo passa a perder qualidade rapidamente, por causa do espessamento e da lignificação da parede celular.

O milho-doce é colhido quando os grãos estão no estado leitoso, com 70% a 78% de umidade, portanto a palhada remanescente e as espigas não

comerciais restantes ainda não se encontram no momento ideal para serem ensiladas, que é quando as plantas apresentam de 33% a 37% de matéria seca, o que deve ocorrer no ponto em que os grãos estiverem no estágio farináceo-duro (NUSSIO, 1991). Dessa forma, se optar por ensilar a palhada juntamente com as espigas não comerciais, o agricultor deverá esperar um pouco (2-3 semanas) antes de ensilar o material, pelas razões expostas anteriormente, e por que, segundo Evangelista (1986), teor de matéria seca inferior a 25% propicia ambiente favorável à proliferação e ao desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico e também a perdas de princípios nutritivos, por lixiviação e intensa degradação de proteínas.

Deve-se levar em consideração que no caso do milho-verde, existem plantas com espigas não comerciais, e no caso da colheita da palhada cerca de 2-3 semanas após a colheita de milho-verde pode-se imaginar que o resto da cultura seja mais nutritiva, um vez que maior quantidade de carboidratos pode ter sido acumulada no colmo. Resultados analíticos semelhantes poderão ser obtidos também com a palhada do milho-doce após a colheita das espigas.

## Referências

- BOTTINI, P. R.; TSUNECIRO, A.; COSTA, F. A. G. da. Viabilidade da produção de milho verde na "safrinha". **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 49-53, 1995.
- BOYETTE, M. D.; SANDERS, D. C.; ESTES, E. A. **Field- and greenhouse-grown tomatoes**. North California: North Carolina State University, 1998. 9 p. Disponível em: <<http://www2.ncsu.edu/eos/service/bae/www/...ion/publicat/postharv/tomatoes/tomat.htm>>. Acesso em : 17 set. 2015.
- COELHO, A. M.; PARENTONI, S. N. Milho verde. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 152, p. 49-53, 1988.
- COUTO, L.; COSTA, E. F. da; VIANNA, R. T.; SILVA, M. A. da. **Produção de milho verde, sob irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1984. 4 p. (Embrapa-CNPMS. Pesquisa em Andamento, 3).

EVANGELISTA, A. R. **Consórcio milho-soja e sorgo-soja**: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens. 1986. 77 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

HEADER EQUIPMENT. **Features and benefits**. Disponível em: <[https://jdparts.deere.com/partsmtk/document/english/featbene/CornHead\\_P15-22.pdf](https://jdparts.deere.com/partsmtk/document/english/featbene/CornHead_P15-22.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2015.

NUSSIO, L. G. Cultura do milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRICAÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba : FEALQ, 1991.

OLIVEIRA, L. A. A. de; YUTRA, F. R. R.; GROSZMANN, A. **Produção de milho verde em diferentes épocas de semeadura, sob irrigação**. Niterói: PESAGRO-RIO, 1990. 5 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 202).

RAMALHO, M. A. P.; COELHO, A. M.; TEIXEIRA, A. L. S. Consorciação milho verde e feijão em diferentes épocas de plantio na entressafra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 799-806, 1985.

SAWAZAKI, E.; POMMER, C. V.; ISHIMURA, I. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estádio de verde. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, n. 11, p. 1297-1302, 1979.

SILVA, G. Milho verde: corrida até a freguesia. **Globo Rural**, São Paulo, v. 9, n. 104, p. 57-62, 1994.

SILVA, P. S. L.; PATERNIANI, E. Produtividade de “milho verde” e de grãos de cultivares de *Zea mays* L. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 707-712, 1986.

TABOSA, J. N.; OLIVEIRA, J. P.; REIS, A. R. M. B.; AZEVEDO NETO, A. D.; MONTEIRO, M. C. D.; FERREIRA, P. F. Avaliação preliminar de cultivares para produção de milho verde na Zona da Mata Norte de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia, MG. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**: resumos expandidos. Sete Lagos: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 1 CD ROM.

TOMAZELA, J. M. Milho verde atrai produtores do interior. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 29 abr. 1998. Agrícola.

## Capítulo 15

---

# Aspectos econômicos de mercado do milho-doce

Rubens Augusto de Miranda



## Introdução

Milho-doce é uma das hortaliças mais populares nos Estados Unidos e no Canadá, e sua utilização está em contínuo crescimento no leste da Ásia e em vários países do continente europeu. Entretanto, não é hábito do brasileiro consumir milho-doce in natura (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002). Assim, no Brasil, o milho-doce se destina à produção de conservas (enlatamento).

Se compararmos o mercado de milho-doce com o de grãos do cereal, em qualquer lugar do mundo, ele pode se mostrar insignificante em termos relativos. Entretanto, ao analisarmos esse mercado em termos absolutos, não é difícil ver que ele possui uma grande importância econômica. Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2015), em 2014, a produção de milho-doce no país atingiu a marca de US\$ 1,02 bilhão, sendo que o mercado para consumo in natura movimentou US\$ 732,5 milhões. Ou seja, o consumo in natura de milho correspondeu a quase 72% do mercado em 2014.

O negócio de milho-doce para processamento em 2014 atingiu US\$ 289,57 milhões, mas não há informações desagregadas do mercado para esse ano. Em 2009, a produção de milho-doce para conservas respondeu por 47% do valor total de processamento e a produção para congelamento com os 53% restantes. Cabe ressaltar que esses são valores dos preços recebidos pelos produtores, que é o valor bruto da produção. Contudo, ao se considerar a cadeia agroindustrial, o mercado de milho-doce para processamento provavelmente movimentou mais de US\$1 bilhão.

A Tabela 1 apresenta informações da área plantada com milho nos Estados Unidos, e as suas respectivas finalidades, nas últimas cinco décadas. A área plantada começou a crescer a partir da década de 1980 e atingiu o ápice em 2000, reduzindo sistematicamente desde então. Outro ponto

importante é a modificação da finalidade do milho-doce ao longo dos anos. A área de milho-doce para produção de conservas reduziu 46% em 50 anos (entre 1960 e 2009), enquanto a área para o congelamento da produção aumento 158% no mesmo período.

Os dados das Tabelas 1 e 2 nos mostram duas informações importantes: 1) está ocorrendo um efeito de substituição dentro da indústria de processamento de milho-doce, com a produção de conservas sendo substituída pelo congelamento; e 2) Em 2014, a área de milho-doce para consumo in natura consistiu em apenas 41% da área total e somado ao fato de que esse mercado responde por 72% das receitas é um indicativo de que este é um nicho mais lucrativo aos produtores, dado que o produto possui um maior valor de mercado.

Apesar da área plantada de milho-doce nos Estados Unidos ter se mantido relativamente estável entre 1960 e 2009, o mesmo não se pode dizer da produção. Na Tabela 2, observa-se que em 1960 produziu-se

**Tabela 1.** Área colhida de milho-doce nos EUA nos anos de 1960 a 2014 e suas respectivas finalidades.

Ano	Área colhida (ha)			Fresco	Total geral
	Congelado	Conserva	Total		
1960	30.812,3	135.871,3	166.683,6	81.000,7	247.684,4
1970	36.923,0	130.472,8	167.395,8	76.889,2	244.285,0
1980	45.514,4	106.402,5	151.916,9	73.024,5	224.941,4
1990	82.048,9	116.276,7	198.325,6	78.265,1	276.590,7
2000	79.438,7	106.875,9	186.314,6	96.799,5	283.114,0
2009	80.207,6	73.368,5	153.576,1	94.513,0	248.089,1
2012	-	-	145.880,0	87.960,0	233.840,0
2014	-	-	126.380,0	87.070,0	213.450,0

Fonte: USDA (2010, 2015).

**Tabela 2.** Produção de milho-doce nos EUA no período de 1960 a 2014 e suas respectivas finalidades.

Ano	Produção (1.000 t)			Fresco	Total geral
	Congelado	Conserva	Total		
1960	255,1	1.006,8	1.261,9	647,5	1.906,8
1970	436,8	1.276,1	1.712,9	662,2	2.378,6
1980	698,0	1.259,7	1.957,7	728,3	2.683,2
1990	1309,8	1.521,2	2.831,0	890,2	3.717,7
2000	1322,7	1.544,0	2.866,7	1.322,2	4.189,0
2009	1.563,7	1.370,2	2.933,9	1.443,9	4.377,8
2012	-	-	2.959,3	1.266,0	4.225,3
2014	-	-	2.567,8	1.148,7	3.716,5

Fonte: USDA (2010, 2015).

1,9 milhão de toneladas de milho-doce no país, enquanto em 2009 a quantidade produzida passou para 4,38 milhões de toneladas, um aumento de quase 130%. Isso decorreu do aumento de produtividade.

A Tabela 3 apresenta o consumo per capita do milho-doce nos EUA a partir de 1960. Tais dados auxiliam no entendimento da mudança de finalidade do milho-doce para processamento, informada nas Tabelas 1 e 2. O consumo de milho-doce processado tem convergido para o cereal congelado. Nesse sentido, o consumo per capita de milho-doce em conserva tem caído ao longo do tempo, enquanto ocorreu um aumento de 238% do consumo per capita desse milho congelado. São justamente as mudanças ocorridas nas preferências dos consumidores e da indústria de processamento que têm levado à mudança do perfil produtivo do milho-doce nos EUA nas últimas décadas.

No Brasil, assim como em outros países, o milho de endosperma doce é considerado, juntamente com o milho-verde comum, como um

**Tabela 3.** Consumo per capita do milho-doce nos EUA de 1960 a 2010.

Ano	Consumo per capita (kg)		Fresco	Total
	Congelado	Conserva		
1960	1,3	5,9	3,8	11,0
1970	2,6	6,5	3,5	12,6
1980	2,9	5,9	2,9	11,7
1990	3,9	5,0	3,0	11,9
2000	4,1	4,1	4,1	12,3
2010 <sup>(1)</sup>	4,4	3,4	4,1	11,8

<sup>(1)</sup> Estimativa.

Fonte: USDA (2010).

produto hortícola. Segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS, 2014), em 2012, o valor da produção de milho-doce no país atingiu a cifra de R\$ 302,4 milhões. Entretanto, ao se considerar a cadeia agroindustrial na qual o milho-doce está inserido, o volume monetário movimentado se multiplica quando considerado o atacado e o varejo.

O Estado de Goiás tem a maior área plantada com milho-doce, e por isso atraiu também as maiores indústrias processadoras, em função dos programas de incentivos fiscais e principalmente pela possibilidade de cultivo durante o ano todo. A vantagem de cultivar e de poder processar o milho-doce durante os 12 meses do ano tornou as indústrias desta região extremamente competitivas no cenário nacional e internacional

A Tabela 4 apresenta informações sobre o mercado de sementes de milho-doce no Brasil; nela observa-se que a área plantada e a quantidade de sementes vendidas no país na última década não aumentaram, mas têm se mantido em patamares relativamente estáveis, assim como nos Estados Unidos. Entretanto, é fato que a produção tem crescido e isso se deve ao

**Tabela 4.** Mercado de sementes de milho-doce do Brasil

Ano	Segmento	Quantidade de sementes vendidas (kg)	Faturamento (R\$)	Área plantada (ha)
2001	Híbrido	354.880	3.523.232,00	44.360 <sup>(1)</sup>
	Variedade	6.610	96.945,00	826 <sup>(1)</sup>
2002	Híbrido	300.000	4.500.000,00	37.500 <sup>(1)</sup>
	Variedade	4.350	8.700,00	544 <sup>(1)</sup>
2006	Híbrido	1.621.295 <sup>(2)</sup>	8.106.475,00	32.426
	Variedade	1.452	8.714,00	182
2007	Híbrido	296.135	8.884.075,00	35.536
	Variedade	2.310	13.860,00	289
2008	Híbrido	310.098	9.302.944,00	37.212
	Variedade	4.743	28.458,00	593
2009	Híbrido	340.923	10.943.634,00	40.911
	Variedade	5.216	62.592,00	652

<sup>(1)</sup>Estimativa da área plantada em hectares a partir da regra de 8 kg de semente para cada hectare. <sup>(2)</sup>Esse valor destoa consideravelmente em relação aos demais anos sem ocorrer uma respectiva modificação no faturamento e na área plantada, o que nos leva a crer em algum erro.

Fonte: Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças (2002, 2003, 2007, 2008, 2009, 2010).

melhoramento genético das novas cultivares, que tem levado ao aumento da produtividade. Apesar das poucas informações atualizadas disponíveis, um indicativo disso é o aumento do faturamento do setor de sementes, apresentado também na Tabela 4. Entre 2001 e 2009, o faturamento do setor de sementes de milho-doce aumentou 210,6%, o que é reflexo do uso de sementes com alta tecnologia.

O mercado brasileiro de sementes de milho-doce para produção de conserva, destino de quase 100% da produção, é dominado pela empresa anglo-suíça Syngenta Seeds Ltda, com a cultivar híbrida Tropical Plus. Sobre isso, a empresa destaca em seu relatório de sustentabilidade de 2010 o fato

de que todo o milho em conserva comercializado nos supermercados brasileiros possuía genética da empresa.

## Custos de produção

De forma geral, o manejo do milho-doce é basicamente igual ao do milho-verde, diferenciando-se apenas a semente, que demanda um cuidado rigoroso para que não haja falhas na espiga, o que é algo de extrema importância no consumo in natura. Por causa dos cuidados necessários, a produção de milho-doce é realizada com irrigação, elevando os custos. O investimento na compra dos equipamentos, na montagem do pivô e da rede elétrica e subestação para uma área de 80 ha a 100 ha pode superar os R\$ 500 mil. Além disso, os gastos com energia elétrica também são consideráveis, ainda mais em um cenário de alta no preço da energia.

A Tabela 5 apresenta o custeio dos insumos e operações agrícolas para uma produção de 10 t a 12 t de milho-doce com espiga. O custeio totalizou R\$ 3.476,12, dos quais 20% se referem apenas à depreciação dos equipamentos e consumo de energia para irrigação. Assim como no plantio de grãos comuns de milho, os gastos com fertilizantes compõem o maior desembolso, representando mais de 35% do custeio do milho-doce.

Os custos totais não estão presentes na Tabela 5, apresentando apenas o custeio de lavoura de 1 ha de milho-doce. O custo total, se considerarmos os itens de impostos, custo da terra (arrendamento), custo de oportunidade (o desembolso do custeio poderia estar sendo aplicado em outros investimentos ou aplicações financeiras), transporte externo, etc., supera os R\$ 5.000,00. Apesar dos maiores custos quando comparado ao milho para a produção de grãos convencionais, os preços pagos pela indústria de conserva e para o consumo in natura tornam o milho-doce uma atividade rentável.

**Tabela 5.** Custeio para a produção de um hectare de milho-doce.

Insumo	Custos (R\$)	%
<b>Sementes</b>		
Semente de milho-doce	350,00	10,07
<b>Fertilizantes</b>		
Adubação de plantio	479,40	13,79
Adubação de cobertura	648,80	18,66
<b>Defensivos</b>		
Herbicida	123,56	3,55
Inseticida	194,27	5,59
Fungicida	109,59	3,15
Formicida/Cupinicida	5,93	0,17
<b>Operações Agrícolas</b>		
Plantio	46,65	1,34
Adubação de cobertura	101,45	2,92
Aplicação herbicida (2x)	43,16	1,24
Aplicação inseticida (4x)	86,31	2,48
Aplicação fungicida (2x)	43,16	1,24
Combate formiga	3,29	0,09
Colheita manual	157,83	4,54
Irrigação	700,00	20,14
Transporte interno	91,34	2,63
<b>Mão de obra</b>		
Mão de obra permanente	133,56	3,84
Colheita manual	157,83	4,54
<b>Total do custeio</b>	<b>3.476,12</b>	

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2001**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2002**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2006**. Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2007**. Campinas, 2008. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2008**. Campinas, 2009. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2009**. Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- \_\_\_\_\_. **2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil: ano base 2012**. Campinas, 2014. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de milho para o consumo verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 15). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ\\_15.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2002/circular/Circ_15.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2015.
- SYNGENTA BRASIL. **Alimentar nosso maior desafio: 2010-2050**. São Paulo, 2010. 80 p. Relatório de sustentabilidade.
- USDA. **Sweet corn statistics**. New York, 2010. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1564>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- USDA. **Vegetables: 2014 summary**. New York, 2015. Disponível em: <<http://www.clientadvisoryservices.com/Downloads/VegeSumm-01-29-2015.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2015.



# **Livraria** **Embrapa**

Na Livreria Embrapa, você encontra  
livros e e-books sobre agricultura, pecuária,  
negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:  
**[www.embrapa.br/livraria](http://www.embrapa.br/livraria)**

ou entre em contato conosco  
**Fone: (61) 3448-4236**  
**Fax: (61) 3448-2494**  
**[livreria@embrapa.br](mailto:livreria@embrapa.br)**

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:

 [facebook.com/livrariaembrapa](https://facebook.com/livrariaembrapa)

 [twitter.com/livrariaembrapa](https://twitter.com/livrariaembrapa)

*Impressão e acabamento*  
**Embrapa Informação Tecnológica**

O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação  
do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.

**Embrapa**

*Milho e Sorgo*

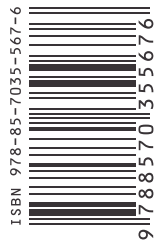
A demanda de milho-doce, no Brasil, é cada vez mais expressiva, em função de maiores exigências por parte das indústrias de conservas alimentícias e do consumidor do produto in natura. Além da demanda das indústrias, o milho-doce oferece também uma ótima opção para os produtores hortigranjeiros e agricultores familiares, garantindo-lhes uma fonte de renda compensadora, em razão do elevado preço do produto no mercado. Proporciona, ainda, ao produtor a utilização das plantas do pós-colheita como alimento para os animais.

Esta publicação reúne informações mais recentes, que visam suprir os agricultores com técnicas modernas para o cultivo do milho-doce, envolvendo inúmeros profissionais da pesquisa e extensão e outros órgãos ligados ao agronegócio de milhos especiais no Brasil. É dado enfoque às cultivares mais adaptadas às regiões de cultivo, manejo do solo, época e densidade de semeadura, profundidade de plantio, fertilidade, irrigação, manejo de pragas e doenças e de plantas daninhas, colheita e manuseio pós-colheita, colheita mecanizada, transporte e armazenamento e aspectos econômicos da cultura.

O livro contribui, ainda, para os diversos setores da cadeia produtiva do milho-doce, fornecendo tecnologias capazes de proporcionar mais qualidade e produtividade, além de maior sustentabilidade ambiental.

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA



CGPE 12844