

VII Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças.

Brasília, 29 a 31 de outubro de 2007.

Produção de Sementes de Milho-doce

Dra. Raquel Alves de Freitas

[Embrapa Hortaliças](#), Caixa postal 218, CEP 70.359.970 Brasília-DF - raquel@cnph.embrapa.br

- [Introdução](#)
- [Classificação botânica e biologia floral](#)
- [Ciclo](#)
- [Implantação da cultura e tratamentos culturais](#)
- [Produção de sementes híbridas](#)
- [Colheita](#)
- [Beneficiamento e secagem](#)
- [Armazenamento](#)
- [Referências bibliográficas](#)

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das plantas cultivadas de maior interesse devido ao seu alto potencial produtivo. Dependendo da aplicação, cultivam-se diferentes tipos de milho. Dentre eles, destaca-se o milho-doce (*Zea mays var. saccharata*). Acredita-se que esse milho seja oriundo de uma mutação com posterior seleção genética e domesticação pelo homem.

A principal diferença entre o milho-doce e o milho comum é a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo assim, o caráter doce. Vários alelos já foram identificados e utilizados comercialmente ([Tabela 1](#)). Com base no teor de açúcar, distingue-se dois grupos de milho-doce; os chamados doces com 9 a 14% de açúcar e o grupo superdoce com cerca de 25% de açúcar. Enquanto que o milho comum contém em torno de 3% de açúcar.

Grande parte dos híbridos utilizados no Brasil contém o alelo *sh2*, principalmente por retardar a perda de água, o que propicia um maior período de colheita e por apresentar um alto teor de açúcar nas cariopes. Contudo, o baixo teor de amido contido nestas sementes implica em baixo vigor e germinação, dificultando a obtenção de estande adequado. Dessa forma, a utilização de cultivares do grupo doce seria uma excelente alternativa para melhorar a performance de germinação, principalmente em plantios de inverno, quando a germinação da semente de cultivares do tipo superdoce é crítica.

No Brasil não é comum encontrar milho verde do tipo doce. A característica de maior teor de açúcar inviabiliza o processamento de alguns pratos, como o curral e a pamonha, devido ao baixo teor de amido, podendo no entanto, ser consumido na forma de milho cozido. Contudo, praticamente toda a produção é direcionada para o processamento industrial. Quando secos, os grãos de milho-doce possuem aparência enrugada, devido a baixa taxa de amido, não sendo utilizados para o consumo humano e animal.

Para atender a indústria processadora, além do sabor adocicado, o milho-doce deve apresentar as seguintes características: rendimento acima de 30%; espigas cilíndricas, uniformes, com comprimento acima de 20 cm e com mais de 16 fileiras de grãos profundos; longevidade de colheita (de cinco a seis dias); com sete a catorze camadas de palhas; estigmas (cabelos) brancos

com baixa taxa de oxidação; grãos de coloração amarelo-clara e de pericarpo fino, o ideal é que seja próximo de 45 micras, o que confere maior maciez ao grão, e com Brix em torno de 20%.

O Brasil, como um dos maiores produtores de milho do mundo, possui, também, um grande potencial para a produção de milho-doce. As informações que se seguem visam apresentar aspectos importantes relacionados à produção de sementes de milho-doce.

2. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E BIOLOGIA FLORAL

O milho-doce pertence a família Poaceae (gramínea), tribo Maydeae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L. e grupo saccharata.

A tribo Maydeae caracteriza-se por monoecismo, ou seja, as flores são unissexuadas, geralmente em inflorescências masculinas e femininas, separadas na mesma planta. Já nas demais gramíneas, as flores são hermafroditas.

No milho, tanto no comum como no milho-doce, o monoecismo acentuou-se com maior separação espacial da inflorescência feminina (espiga) e da masculina (pendão), caracterizando-se portanto, como uma espécie alógama. Além das inflorescências com flores unissexuais localizadas em diferentes partes da planta, essa espécie apresenta protandria, ou seja, as flores masculinas amadurecem primeiro do que as flores femininas, favorecendo a polinização cruzada, apresentando praticamente 100% de polinização cruzada. A polinização no milho é predominantemente anemófila, sendo o vento o principal agente responsável pelo transporte dos grãos de pólen até os estigmas.

3. CICLO

As cultivares de milho, seja de polinização aberta ou híbridos são classificadas em superprecoces, precoces e normais ou tardios.

Tecnicamente, o ciclo de uma cultivar leva em consideração as unidades de calor necessárias para atingir o florescimento. Unidades de calor (UC) são a soma das unidades diárias de calor, a partir da emergência calculada pela seguinte pela fórmula:

$$UC \text{ diárias} = [(\text{temperatura máxima} + \text{temperatura mínima}) / 2] - 10$$

Sendo que temperaturas máximas iguais ou superiores a 30°C devem ser consideradas como 30°C, e temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 10°C devem ser consideradas como 10°C.

As cultivares normais ou tardias apresentam exigências térmicas maior do que 890 UC, as precoces, de 830 a 890 UC e as superprecoces, menor do que 830 UC. Embora, esse critério possa não ser muito exato por não considerar a duração do período de enchimento de grãos e a velocidade de perda de umidade, é no entanto, mais realístico do que era especificado no passado, quando as cultivares eram classificados em função do número de dias necessários para o atingimento do florescimento. No entanto, a duração do período da emergência até o pendoamento varia em função da época de semeadura e da região de cultivo.

4. IMPLANTAÇÃO DA CULTURA E TRATOS CULTURAIS

O manejo do milho-doce, com relação à densidade, espaçamento, controle de plantas daninhas, adubação e colheita, segue o mesmo procedimento para o milho comum. No entanto, na semeadura, pode ser necessário maior número de sementes por metro linear, já que elas possuem poder de germinação inferior às do milho comum. Sendo necessários de 10 a 13 kg de sementes para o plantio de um hectare.

A menor qualidade fisiológica das sementes de milho-doce está associada a vários fatores como: espessura do pericarpo, menor quantidade de amido, cristalização de açúcares no endosperma e a formação de espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo das sementes que ocorrem durante a desidratação, fazendo com que estas apresentem aspecto enrugado, o que torna o pericarpo mais frágil e mais suscetível a danos físicos e a entrada de patógenos. Além disso, a cultura exige maior precaução contra pragas, as quais são atraídas pela maior quantidade de açúcar nos grãos. Sendo também mais suscetível a algumas doenças. Assim, além das características exigidas pela indústria, a cultivar deve também ser resistente às principais pragas e doenças que atacam a cultura.

Dentre as pragas de maior importância para o milho-doce destacam-se:

a) Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*): como o próprio nome já diz, esta lagarta ataca o cartucho do milho podendo destruí-lo completamente. A infestação é facilmente verificada pela quantidade de excreções que ela deixa na planta.

b) Lagarta-das-espigas (*Heliothis zea*): esta lagarta prejudica a produção de sementes das seguintes formas: atacando os cabelos, impede a fertilização e, em consequência, surgirão falhas nas espigas; alimentando-se diretamente das sementes; além disso, os orifícios deixados nas sementes facilitam a penetração de microorganismos e pragas. Sendo portanto, importante a utilização de cultivares com boa proteção (empalhamento) da espiga.

Além dessas, a lagarta Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) e a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) também podem causar danos consideráveis à cultura do milho-doce.

Dentre as doenças de maior importância para o milho-doce destacam-se:

a) Enfezamento do milho – “Corn Stunt”: o agente etiológico é um micoplasma. Normalmente as plantas sofrem de nanismo ou enfezamento, devido a redução dos entrenós. As gemas axilares desenvolvem espigas estéreis e também apresentam uma ramificação excessiva das raízes. Em casos severos, as plantas não produzem espigas ou produzem poucas sementes, e também morrem prematuramente. Os principais agentes transmissores são as cigarrinhas, o vetor mais comum é *Dalbulus maidis*.

b) Ferrugens (*Puccinia sorghi* e *Puccinia polysora*): aparecem mais no final do ciclo. Entretanto, condições de alta temperatura e umidade relativa elevada favorece o seu desenvolvimento em cultivares suscetíveis nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas, acarretando a seca prematura das folhas.

c) Mancha foliar (*Phaeosphaeria maydis*): Essa doença é favorecida por altas precipitações pluviométricas e temperaturas noturnas baixas. Em condições favoráveis à doença, pode ocorrer redução no ciclo da planta e na produção.

d) Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* e *Bipolaris maydis*): Os sintomas característicos são lesões alongadas e elípticas. O controle da doença é feito através do plantio de cultivares com resistência genética e rotação de culturas.

e) Cercosporiose (*Cercospora zea maydis*): Doença recente no Brasil. As folhas apresentam manchas de coloração cinza, retangulares a irregulares com as lesões desenvolvendo-se paralelas às nervuras. Podendo levar ao acamamento em ataques mais severos da doença. Como medidas de controle, deve-se eliminar os restos da cultura de milho em áreas em que a doença ocorreu com alta severidade para reduzir o potencial de inóculo, fazer rotação de culturas e utilizar cultivares resistentes.

O isolamento dos campos de produção de sementes é um fator de suma importância para assegurar a qualidade genética do lote de sementes. Uma vez que, o grão-de-polén de milho é facilmente transportado pelo vento. Esse isolamento pode ser feito de duas formas:

a) isolamento no espaço (físico): de modo geral, recomenda-se uma distância de no mínimo 500 m entre o campo de produção de sementes de milho-doce e outras lavouras de milho. Na determinação desta distância, deve-se levar em consideração a topografia da área, a direção predominante dos ventos e existência de barreiras naturais.

b) isolamento no tempo: antecipando ou retardando a semeadura em 30 a 40 dias em relação à semeadura das demais lavouras próximas ao campo de produção de sementes. Na determinação do período entre as semeaduras é importante considerar o ciclo das cultivares.

Em se tratando de produção de sementes, a prática de inspeção ou “roguing”, torna-se obrigatória. Essa operação consiste na eliminação de plantas atípicas e doentes da mesma espécie ou de outras espécies silvestres e cultivadas, visando, portanto, a garantia da pureza genética e sanitária das sementes. Assim, durante o ciclo da cultura são imprescindíveis as inspeções de campo. Deve-se observar características da planta como: coloração do colmo, estrutura da planta, coloração do pendão, etc. A erradicação de plantas atípicas deve ser realizada antes da polinização.

5. PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS

Apesar do mercado de sementes de milho-doce dispor de variedades. A produção de milho, seja milho-doce ou milho comum, é baseada principalmente em cultivares híbridas, buscando explorar ao máximo a heterose por meio da sementeira de sementes da geração F1 oriunda de um cruzamento entre linhagens geneticamente diferentes. Sendo necessária a aquisição de sementes híbridas para todos os cultivos. Ao passo que, a utilização de sementes de variedade permite a sua multiplicação sem grandes perdas em produtividade. É importante salientar que, essa multiplicação somente pode ser feita nos casos em que a Lei de sementes vigente permite.

A separação espacial das inflorescências feminina e masculina facilita o processo de emasculação na produção de sementes híbridas. Essa facilidade explica o pioneirismo do milho no cultivo de variedades híbridas.

Os híbridos são classificados em híbridos simples, híbridos duplos e híbridos triplos com base no método de melhoramento genético utilizado:

- Híbrido simples (HS) - cruzamento de duas linhagens (L): LA x LB
- Híbrido duplo (HD) - cruzamento de dois híbridos simples: HS1 x HS2
- Híbrido triplo (HT) - cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem: HS x LC

Os híbridos triplos e simples podem ser dos tipos modificados ou não. Os híbridos simples são potencialmente mais produtivos que os demais tipos, sendo os mais utilizados na produção de milho-doce devido às suas características de uniformidade de espigas, produtividade e facilidade de controlar características genéticas como espessura do pericarpo, coloração dos grãos, etc. Os híbridos triplos são também bastante uniformes e em termos de produção situam-se entre os híbridos simples e duplos. Os híbridos duplos por sua vez, apresentam maior variação em uniformidade de plantas e espigas, quando comparados aos híbridos simples e triplos. No entanto, ainda são mais estáveis do que as variedades. Esta estabilidade reflete no custo das sementes sendo que as sementes de menor custo são as das variedades, seguidas das dos híbridos duplos, triplos e simples. Entretanto, quanto maior o custo da semente, maior é a exigência dela em relação às práticas culturais.

Na produção de sementes híbridas, a proporção de fileiras das linhagens masculina e feminina, varia com as características das linhagens utilizadas; como altura de planta, tamanho do pendão, quantidade e período de emissão do pólen, comprimento do estigma, etc. Depende ainda da altitude da região de plantio.

No processo de obtenção de híbridos pode ser utilizada linhagem macho-estéril ou a operação de emasculação da linhagem feminina. Em milho-doce, a emasculação (despendoamento) é a prática mais utilizada para o controle dos cruzamentos.

O despendoamento que pode ser realizado de forma manual ou mecânica, consiste na quebra do pendão acima da inserção da última folha do progenitor feminino. Essa operação tem que ser realizada antes da liberação do pólen. O despendoamento mecânico apesar de ser um método rápido e demandar pouca mão-de-obra, não é muito usado, por danificar as folhas superiores, refletindo negativamente na produção de sementes, de forma que o despendoamento manual ainda é o método mais utilizado no processo de produção de sementes híbridas.

6. COLHEITA

Para que um lote de sementes tenha máxima qualidade, é necessário que a colheita seja realizada o mais próximo possível da maturidade fisiológica. A maturidade fisiológica é caracterizada como o ponto após o qual a semente não recebe mais nutrientes da planta mãe, estando a semente a partir desse ponto ligada à planta apenas fisicamente. No entanto, não é fácil monitorar ou fixar uma data para a ocorrência da maturidade fisiológica, pois pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar em função das condições de clima, estado nutricional das plantas, dentre outros fatores. Dessa forma, é importante estabelecer parâmetros que permitam detectar a maturidade fisiológica, correlacionando-a com características morfológicas da planta, dos frutos e/ou sementes. Em milho-doce, a formação de uma camada negra na região de inserção da semente no sabugo, caracteriza a maturidade das sementes.

No processo de colheita das sementes de milho-doce, colhe-se as espigas, uma vez que no ponto de maturidade fisiológica, as sementes apresentam elevado grau de umidade (em torno de 37%), incompatível com a debulha das sementes. Além disso, a colheita em espigas permite uma seleção das espigas antes de seguir no processo de beneficiamento. A colheita de espigas pode ser manual ou mecânica.

Sementes de milho-doce colhidas por colheitadeira combinada, equipada com plataforma frontal para milho e cilindro debulhador do tipo "barra estriada" apresentam maior nível de danificação mecânica em relação à colheita manual, bem como sementes com menor vigor (Nascimento et al., 1994).

Em se tratando de produção de sementes híbridas, é importante estar atento para a pureza genética das sementes, assim, para evitar misturas é aconselhável colher ou eliminar primeiro as sementes das linhas do progenitor masculino, para em seguida colher as sementes híbridas propriamente ditas.

7. BENEFICIAMENTO E SECAGEM

As sementes de milho-doce, em função da sua forma irregular e por possuir o pericarpo menos espesso são mais sensíveis aos danos mecânicos do que as sementes de milho comum. Assim, exige maiores cuidados nas operações realizadas durante o processo de beneficiamento. Sendo que o manuseio incorreto reduz a qualidade das sementes.

As sementes colhidas em espigas, ao chegar na unidade de beneficiamento são primeiramente despalhadas e, em seguida são selecionadas. Para tanto, utiliza-se correias transportadoras que transportam as espigas para o secador ou para o debulhador. A seleção é manual, sendo que à medida que as espigas são transportadas, operários treinados retiram as espigas atípicas quanto a coloração, atacadas por fungos e insetos e mal formadas, além das espigas com palhas.

A colheita das sementes em espigas evita a permanência das sementes no campo, no qual as sementes ficam expostas a condições climáticas desfavoráveis, reduzindo assim a possibilidade de ocorrência de perdas, tanto quantitativas quanto qualitativas. No entanto, nesse procedimento as sementes são colhidas com alto teor de água, necessitando portanto, de uma secagem.

A secagem das espigas pode ser feita por método natural ou artificial. No primeiro caso, as espigas são espalhadas em lonas de coloração clara e expostas a radiação solar. No método artificial, as sementes são secas em secadores estacionários, com passagem de ar quente a 38°C. A temperatura recomendada para a secagem depende do grau de umidade inicial das sementes. Quanto maior o grau de umidade, menor deve ser a temperatura utilizada para a secagem. A utilização de fluxos alternados de ar quente e frio causa aumento na ocorrência de danos térmicos em sementes de milho-doce. Contudo, temperaturas elevadas de secagem podem não causar danos imediatos às sementes, mas determinam, muitas vezes, reduções no vigor que se manifestam no período de armazenamento ou na emergência em campo.

Depois de secas, as sementes colhidas em espigas são debulhadas em debulhadores com abertura e velocidade bem reguladas.

Após a debulha, as sementes seguem para a pré-limpeza, a qual é realizada por uma máquina de ar e peneira. Nesta etapa, faz-se uma limpeza grosseira das sementes, eliminando as impurezas maiores, menores e mais leves que as sementes. A máquina de ar e peneira, pode também ser utilizada para a limpeza e classificação, realizando uma limpeza mais apurada do lote de sementes.

À semelhança do milho comum, as sementes de milho-doce podem ser classificadas quanto ao tamanho, forma e peso, utilizando-se classificador de peneiras, separador de cilindro (trieur) e mesa de gravidade.

Uma vez beneficiadas, as sementes são tratadas e embaladas em embalagens de papel multifoliado.

8. ARMAZENAMENTO

Condições adequadas para o armazenamento de sementes estão relacionadas com os dois principais elementos de conservação de sementes, baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura do ambiente de armazenamento. O armazenamento seco com baixa temperatura obtém-se por meio de câmaras frias dotadas de desumidificadores, os quais retiram a umidade do ambiente. Nessas câmaras, a temperatura de armazenamento é mantida entre 5 a 10°C e a umidade relativa do ar em torno de 45%.

No armazenamento em condições não controladas, além da perda da qualidade fisiológica, as sementes estarão expostas ao ataque de insetos e microorganismos. As principais espécies de insetos que infestam as sementes de milho-doce durante o armazenamento pertencem à ordem Coleóptera (carunchos) e Lepidóptera (traças). Esses insetos de “armazenamento” são polípagos e se caracterizam por apresentar alto potencial biótico, facilidade de disseminação e infestação cruzada. Dessa forma, uma pequena infestação pode danificar, em pouco espaço de tempo, grande quantidade de sementes.

Esses insetos podem reduzir a qualidade física e fisiológica das sementes de forma direta pelo consumo das reservas ou devido à intensa atividade respiratória, a qual pode favorecer outros processos, como a fermentação e o desenvolvimento de fungos.

Sementes mantidas em temperaturas abaixo de 15°C e com grau de umidade inferior a 9% não oferecem condições favoráveis ao desenvolvimento das populações da maioria dos insetos que infestam as sementes armazenadas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, V.H.B. *Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho-doce em função de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura*. Uberlândia. 2004. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia, 2004.
- CARVALHO, M.L.M.; VON PINHO, E.V. *Armazenamento de sementes*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 67.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. *A cultura do milho-doce*. Sete Lagoas: 1992. 34p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 18).
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C.; GAMA, E.E.G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. *Scientia Agricola*, v.56, n.1, p. 77-82, 1999.
- MENEZES, N.L.; STORCK, L. Produção de sementes de milho-doce. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M. *Produção de sementes de hortaliças*. Jaboticabal: FUNEP, 1990, p.141-165.
- NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; BOITEUX, L.S. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas a diferentes processos de colheita, debulha e beneficiamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.8, p.1211-1214, 1994.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999, p. 429-485.
- PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. *Cultivares de milho para o consumo verde*. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS: 2002. 7p. (Circular Técnica, 15).

Tabela 1. Alelos mutantes de endosperma utilizados em híbridos de milho-doce. ---->[VOLTAR](#)

Alelo	Símbolo	Enzima	Fenótipo
Amylose-extender 1	<i>ae1</i>	Starch branching enzyme lib	Doce
Dull 1	<i>du1</i>	Soluble starch synthase	Doce
Sugary 1	<i>su1</i>	Starch debranching isoamylase	Doce
Brittle 1	<i>bt1</i>	Starch granule bound phospho-oligosaccharide synthase	Superdoce
Brittle 2	<i>bt2</i>	ADP-glucose pyrophosphorylase	Superdoce

Shrunken 2	<i>sh2</i>	ADP-glicose fosforilase	Superdoce
Sugary enhancer 1	<i>se1</i>	desconhecida	Superdoce

Fonte: Tracy citado por Barbieri (2004)

[TOPO](#)