



A importância do melhoramento
genético e de sistemas de
produção para a sustentabilidade da
agricultura brasileira

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho
Giovani Olegário da Silva

A importância do melhoramento genético e de sistemas de produção para a sustentabilidade da agricultura brasileira

Resumo

A história da agricultura e a do melhoramento genético de plantas, que tiveram início há mais de 10 mil anos, coincidem. Foi a modificação genética, causada de forma empírica pelo homem, que potencializou o cultivo de muitas espécies. Embora seja uma técnica milenar, o melhoramento de plantas só foi reconhecido pela ciência depois de resgatadas as leis de Mendel; foi aperfeiçoado com o desenvolvimento da genética quantitativa e, mais recentemente, com a engenharia genética. No último século, todas as culturas agrícolas tiveram ganhos expressivos em produtividade, em razão principalmente do melhoramento genético. No Brasil, inúmeros trabalhos de melhoramento permitiram o cultivo de espécies até então pouco adaptadas às condições tropicais. O desenvolvimento da cultivar de cenoura Brasília, por exemplo, não só possibilitou plantios de cenoura no verão como contribuiu para expandir as áreas de cultivo dessa hortaliça. O domínio cada vez maior das técnicas moleculares, capazes de acelerar o processo de seleção e reduzir o tempo de lançamento de novas cultivares, são sinais de sustentabilidade. E, certamente, a aceitação de organismos geneticamente modificados pela sociedade será um marco na olericultura. O uso de sementes híbridas e de polinização aberta é tema discutido à luz dos interesses da indústria de sementes e do produtor. Ao mesmo tempo, trata-se da importância do envolvimento das instituições públicas com o desenvolvimento de cultivares com foco na sustentabilidade da produção, em seus três pilares: econômico, ambiental e social.

Termos para indexação: produção de alimentos, agricultura sustentável, cultivares melhoradas.

The importance of plant breeding and production systems for the sustainability of Brazilian agriculture

Abstract

The history of agriculture and genetic plant breeding coincided and emerged over 10 thousand years ago. It was the genetic modification, empirically performed by man, which amplified the cultivation of many species. Although it is an ancient technique, plant breeding was only considered by science after the discovery of Mendel's laws; it has been improving with the development of quantitative genetics and, more recently, genetic engineering. All crops have had significant gains in productivity over the last century, and plant breeding contributed significantly for this increase. In Brazil, there are many examples of breeding programs that made possible the cultivation of some species adapted to tropical conditions. Among them is the carrot cultivar Brasília, which enabled summer cultivation and expansion of this vegetable to new regions. The increasing mastery of molecular genetic techniques to accelerate the selection process and the launching of new cultivars are signs of sustainability. Certainly, the acceptance of genetically modified products by society will be a landmark for vegetable production. The use of hybrid and open-pollinated varieties will be discussed in this article considering the interests of farmers and seed industries. At the same time, the importance of public institutions in joining efforts to develop cultivars to address the three (economic, environmental and social) pillars of production sustainability will be stressed.

Index terms: food production, sustainable agriculture, improved cultivars.

Introdução



A história do melhoramento de plantas se confunde com a da agricultura. Especula-se que, em certo momento, as plantas mais adaptadas ao plantio, à colheita, ao transporte e ao armazenamento foram sendo selecionadas empiricamente e transmitiram seus alelos, que permanecem até hoje presentes nas cultivares modernas. Um exemplo clássico dessa seleção é a indeiscência das espigas do trigo, ou seja, a permanência dos grãos aderidos na planta mesmo após a maturação. Suspeita-se que a necessidade de transportar esse cereal fez o homem selecionar as plantas com aquela característica e, com o tempo, suas populações se tornaram predominantes (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Até o final do século 19, a habilidade dos melhoristas em selecionar visualmente os melhores indivíduos era crucial para desenvolver novas cultivares. A partir de 1900, graças às descobertas de Mendel e ao desenvolvimento da genética quantitativa, o melhoramento de plantas começou a utilizar, além da arte, a ciência como ferramenta para aumentar a eficiência e a rapidez do desenvolvimento de novas cultivares. Prova disso é o que aconteceu com a produtividade da cultura do milho nos EUA, que aumentou aproximadamente seis vezes de 1920 até 2010 (Figura 1) em comparação com cultivares de polinização aberta utilizadas até 1925.

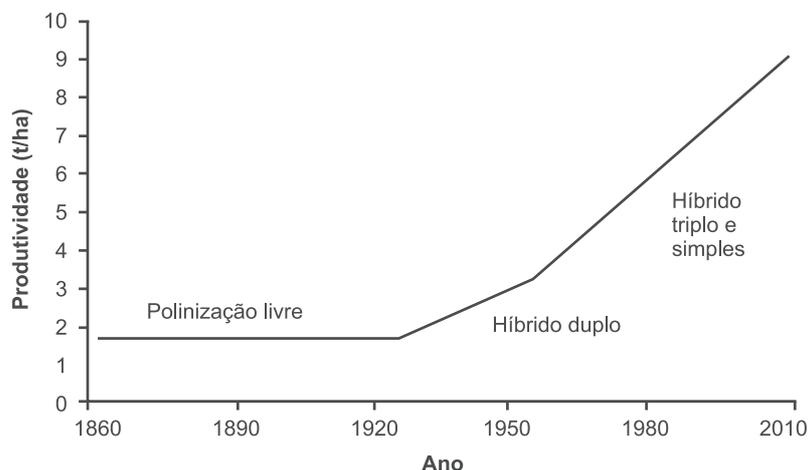


Figura 1. Evolução do rendimento dos grãos de milho nos EUA entre 1860 e 2010.

Fonte: Duvick et al. (2010).

O melhoramento clássico ganhou uma poderosa ferramenta a partir de 1970, quando as técnicas de DNA recombinante começaram a ser utilizadas, tendo como um dos resultados mais marcantes o desenvolvimento dos transgênicos, que são organismos que recebem obrigatoriamente partes de DNA de outra espécie em seu genoma. O primeiro organismo transgênico foi desenvolvido em 1973, quando uma bactéria, a *Escherichia coli*, foi modificada para expressar o gene da insulina humana. Aproximadamente 10 anos mais tarde, essa “insulina modificada” era liberada como medicamento, pois substituíam com inúmeras vantagens a insulina obtida de pâncreas de suínos. Hoje milhões de pessoas se beneficiam da insulina transgênica, que não apresenta os efeitos colaterais causados pela insulina suína, e o mais interessante é que não existem grupos contrários à utilização dessa insulina, pois são inegáveis os benefícios dessa tecnologia.

Assim, a demonização dos transgênicos, geralmente feita por leigos, deve ser repensada à luz do conhecimento da ciência, embora devam prevalecer os princípios da ética e da segurança sobre os da exploração de transgênicos na olericultura e em outras áreas da agricultura. Apesar da sua importância, nem por isso os transgênicos podem ser vistos como uma panaceia.

Em plantas, a primeira transformação foi para expressar o gene de resistência ao antibiótico canamicina em tabaco. No Brasil, a primeira planta transgênica aprovada para plantio foi a soja resistente ao herbicida glifosato (soja RR), em 1998. No entanto, em virtude da oposição de algumas organizações não governamentais, apoiadas por interesses de grupos de produtores europeus, a liberação para plantio da soja RR foi retardada até 2003. A soja Roundup Ready®, desenvolvida pela multinacional Monsanto na década 1980, confere tolerância à glifosato em soja aplicada em pós-emergência.

Hoje, a soja, o milho e o algodão transgênicos representam cerca de 90% da área cultivada com essas culturas no Brasil (CELERES, 2014). Os eventos transgênicos mais comuns são os que conferem resistência a herbicidas, principalmente ao glifosato, e os que conferem resistência a lagartas (genes Bt). Apesar da grande expressão das cultivares transgênicas no mercado, é preciso lembrar que elas foram desenvolvidas utilizando-se técnicas de melhoramento clássico, e só algum tempo depois os eventos transgênicos foram incorporados a plantas.

O polêmico tema dos efeitos dos transgênicos sobre a saúde humana e o risco de contaminação

ambiental dos parentes silvestres ou crioulos, pelo pólen dos transgênicos, ainda motiva muita discussão. Nenhum estudo conclusivo publicado até agora confirmou, porém, essa suposição. O caso da insulina transgênica e os exemplos de grãos deixam claro que a demonização dos transgênicos, comumente praticada por leigos, deve ser repensada à luz do conhecimento da ciência, colocando, porém, os princípios da ética e da segurança acima de tudo. Os transgênicos também não podem ser vistos como uma panaceia. O que tem aparecido, de fato, em áreas de produção são plantas resistentes a herbicidas e populações de insetos-praga tolerantes a toxinas produzidas pelas plantas transgênicas. No caso das plantas daninhas, indivíduos tolerantes começam a predominar, e o produtor precisa utilizar misturas de vários herbicidas ou fazer capina mecânica ou manual, o que diminui a vantagem de determinada cultivar transgênica. Em relação aos genes de resistência à lagarta, principalmente o gene *Bt*, embora existam algumas variações de expressão desse gene, poucos estão controlando efetivamente os insetos-praga. Assim, embora os transgênicos tendam a ser uma tecnologia irreversível, não resolve todos os problemas da agricultura.

Alguns exemplos da importância do melhoramento genético de plantas



No Brasil, o melhoramento de plantas para garantir a sustentabilidade da agricultura tem grande importância. Muitas culturas foram adaptadas às condições

locais, o que ajudou o Brasil a se tornar um dos principais países produtores de alimento. São exemplos o milho, a cana-de-açúcar, a soja e a cenoura.

No caso do milho, a mudança do sistema de cultivo, aliada à introdução de híbridos, a partir da década de 1940, impulsionou significativamente essa cultura. No início do século 20, o cultivo de milho era realizado com populações crioulas, quase sempre em consórcio, no sistema de cultivo derrubada-queimada. O número de plantas por hectare era de aproximadamente 20 mil, e a produtividade oscilava entre 1.500 kg/ha e 2.000 kg/ha. A grande revolução veio a partir de 1945, com a introdução dos híbridos duplos, que são resultado do cruzamento entre dois híbridos simples, o que possibilitou o aumento da população para 45 mil plantas por hectare. Essa fase marca o início da mecanização e do uso de fertilizantes e corretivos de solo, bem como o fim dos cultivos consorciados. Os trabalhos de melhoramento do milho a partir daí enfatizaram o desenvolvimento de materiais precoces, com alta tolerância à densidade de plantio, com boa resposta à adubação e, conseqüentemente, mais produtivos. A partir dos anos 1990, foram introduzidos os híbridos triplos (cruzamento entre uma linhagem endogâmica e um híbrido simples) e simples (cruzamento entre duas linhagens endogâmicas), que possibilitaram produtividades de até 15 t/ha em condições de alta tecnologia, definida aqui como sistemas de cultivo sem restrição ao uso de mecanização e insumos agrícolas. Nos últimos 10 anos, a par da utilização de híbrido simples, houve uma acelerada transformação dos híbridos convencionais por híbridos que possuem um ou mais eventos transgênicos, principalmente os tolerantes a herbicidas e/ou a insetos-praga.

A cana-de-açúcar é um importante produto agrícola para o Brasil desde a época do período colonial. As cultivares utilizadas localmente eram importadas, o que favoreceu a introdução de clones infectados por patógenos, principalmente o vírus causador do mosaico da cana-de-açúcar, que chegou a dizimar algumas plantações. Esse fato induziu a criação de programas de melhoramento que, além de resistência a doenças, desenvolveram cultivares mais produtivas, tornando o setor de açúcar e álcool estratégico para o Brasil em termos de políticas energéticas.

Em relação à cultura da soja, o melhoramento genético possibilitou que cultivares adaptadas a altas latitudes ($\leq 30^\circ$) se expandissem para todo o território nacional. Hoje, como se sabe, é o principal produto do agronegócio brasileiro. A expansão da cultura da soja, principalmente para a região do Cerrado, se deve ao melhoramento genético que introduziu alelos que conferem baixa sensibilidade ao fotoperíodo. No entanto, além da insensibilidade, características como precocidade, adaptação à colheita mecânica, indeiscência das vagens, resposta a adubação e resistência a doenças foram decisivas para aumentar a produtividade que, nos anos de 1940 eram de 700 kg/ha para os atuais 3.000 kg/ha.

O caso da cenoura 'Brasília'



cenoura é umas das principais hortaliças cultivadas no Brasil. É apreciada por sua versatilidade culinária, mas seu maior apelo é por ser rica em carotenoides,

que são convertidos em vitamina A em nosso organismo. A importância da cenoura como fonte de vitamina A é tão grande que uma porção de aproximadamente 20 g de raiz fresca é suficiente para suprir as necessidades dessa vitamina de um adulto.

Até meados dos anos 1980, as cultivares de cenoura disponíveis no mercado brasileiro eram de origem europeia ou americana, e só se prestavam para o cultivo de inverno, visto que, no verão, ocorria alta incidência de doenças foliares. Até então, as cenouras cultivadas pertenciam, em sua maioria, ao grupo Nantes, de origem francesa, e só podiam ser cultivadas nos estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil e nos períodos mais frios do ano. Nessa época, as principais regiões produtoras eram o cinturão verde de São Paulo (Piedade, Ibiúna, Mogi das Cruzes), de Minas Gerais (Carandaí), do Paraná (Curitiba) e do Rio Grande do Sul (Rio Grande). Atualmente, a cenoura é cultivada em todas as regiões do Brasil, exceto na Região Norte.

Como a concentração de cultivo da cenoura se dava somente nos períodos mais frios do ano e em regiões delimitadas, a oferta do produto oscilava muito durante o ano, com reflexos sobre o preço do produto (Figura 2). Os preços subiam a partir de novembro, alcançando o pico entre fevereiro e março. Esses períodos coincidiam com altas precipitações e temperaturas, o que criava condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças foliares. A partir de março, com chuvas mais escassas e temperaturas mais amenas, o plantio era favorecido, e os preços caíam aos menores valores entre os meses de setembro a outubro.

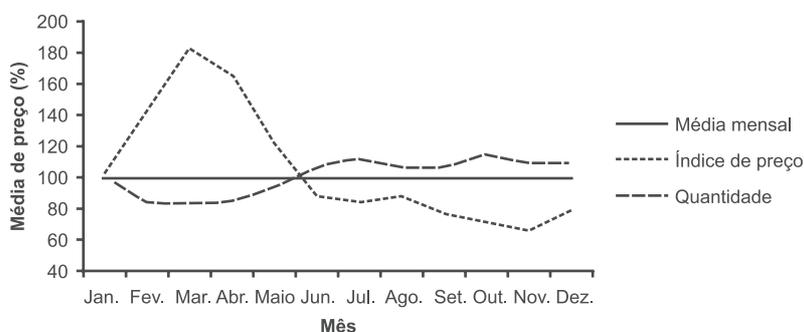


Figura 2. Médias de preço e quantidade de cenoura comercializada na Ceagesp, no período de 1977 a 1983.

Fonte: Camargo Filho e Camargo (1986).

Diante desse cenário, a Embrapa Hortaliças, na época denominada de Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual de Brasília (Uepae), em 1976/1977, em colaboração com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP), iniciou um programa de melhoramento genético de cenoura, focado no desenvolvimento de cultivares de cenoura adaptadas ao cultivo nos períodos mais chuvosos e quentes do ano, com resistência a doenças foliares e que tivessem um padrão de raízes semelhante ao exigido pelo consumidor brasileiro.

O centro de origem do cultivo da cenoura (*Daucus carota*) situa-se onde hoje estão localizados o Afeganistão e o Turquistão. Esses países possuem clima árido a semiárido, com verões quentes e invernos frios, ou seja, condições bastante diferentes daquelas das atuais regiões de produção de cenoura no Brasil. Essa espécie começou a ser cultivada no século 10, na Ásia Menor. Em seguida, foi introduzida na Europa, no século 11, e na China, no século 13. Por volta do século

17, apareceram, no norte da Europa, cenouras de cor alaranjada, e muitas variedades locais apresentavam boa qualidade de raiz (SIMON et al., 2008). No Brasil, a cenoura foi introduzida, junto com outras plantas de hortas, pelos portugueses, no século 17, no Rio Grande do Sul, onde essas introduções se adaptaram ao clima e formaram populações locais com grande variabilidade genética. Foi com base nessas condições (adaptação local e grande variabilidade genética) que os pesquisadores coletaram acessos de cenoura no Município de Rio Grande, RS, e os levaram para Brasília, DF, onde foram selecionadas aquelas com maior nível de resistência à queima das folhas e com raízes e padrão comercial do tipo Nantes, ou seja, de cor alaranjada, cilíndricas, com aproximadamente 20 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro (Figura 3).

O trabalho de seleção das melhores raízes durante o verão e de recombinação (cruzamento ao acaso entre indivíduos de uma mesma população) durante o inverno foi realizado por quatro ciclos (ou 4 anos). Em 1981, foi lançada a cenoura denominada ‘Brasília’, oriunda de um acesso coletado no Rio Grande do Sul, o CNPH-Cen I.

A demanda por uma cultivar de cenoura de verão era evidente e, mesmo a ‘Brasília’ sendo inferior às cultivares do grupo Nantes, em termos de qualidade de raiz, essa cultivar foi aceita imediatamente pelo mercado. Na época do lançamento da ‘Brasília’, o então Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ) já tinha autonomia e mão de obra suficiente para produzir sementes na Unidade. Pesquisadores da época relatam, a propósito, que se formavam filas de

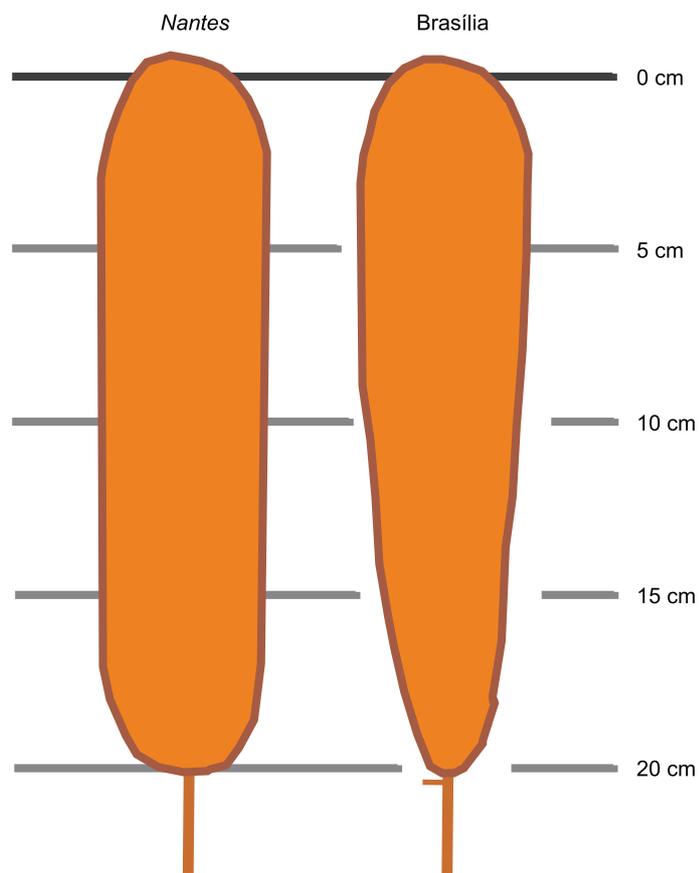


Figura 3. Formato de raízes de cenouras das cultivares do grupo Nantes e Brasília.

caminhão na entrada da Unidade esperando a colheita das raízes que seriam as matrizes na produção de sementes comerciais. Naquela época, as leis sobre domínio ou transferência de cultivar eram diferentes das atuais. Desse modo, muitas empresas que adquiriram sementes da nova cultivar fizeram as seleções por conta própria e desenvolveram muitas cultivares derivadas essencialmente da ‘Brasília’, que até hoje

tem boa representatividade no mercado de sementes no Brasil.

Na Figura 4, estão apresentados os dados do incremento em área plantada, o rendimento por hectare e a produção total brasileira de cenoura no período de 1980 a 2006.

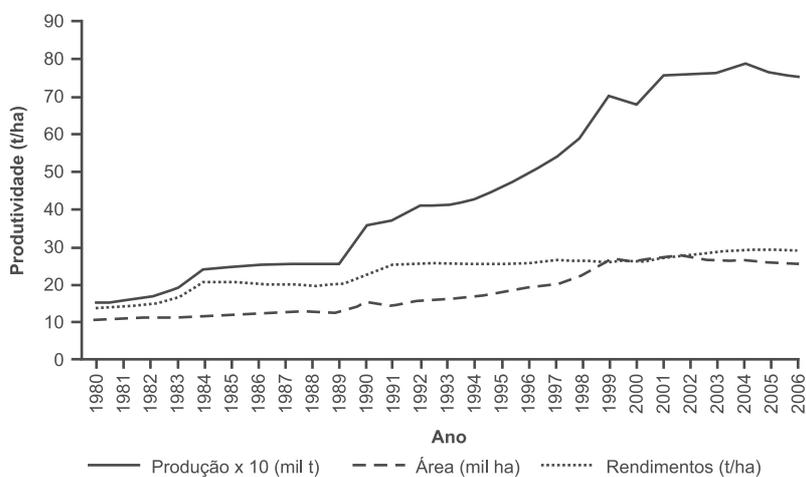


Figura 4. Situação da produção de cenoura no Brasil de 1980 a 2006.

Fonte: Vilela (2008).

Pela Figura 4 verifica-se que, em relação ao rendimento médio por hectare, a produtividade, que era de aproximadamente 14 t/ha, evoluiu para 30 t/ha, ou seja, aumentou mais do que 100%. Atualmente, existem casos em que, empregando-se alta tecnologia, obtêm-se produtividades de 70 t/ha e 120 t/ha em cenouras cultivadas no verão e no inverno, respectivamente. Em relação à área plantada, o salto foi de 10,5 mil hectares para aproximadamente 26 mil hectares, ou seja, houve um aumento aproximado de 140%. A produção, que

era de 150 mil toneladas anuais, foi para 760 mil toneladas, ou seja, verificou-se um incremento de mais de 400%. Esse aumento, principalmente em produção, permitiu que um grande número de brasileiros tivesse acesso ao consumo dessa hortaliça.

É difícil mensurar quanto desse aumento de produtividade resultou do melhoramento genético ou da adoção de melhores práticas de cultivo, que foram incorporadas junto com os sistemas de produção. No entanto, pode-se considerar que o desenvolvimento de cultivares mais resistentes às doenças foliares foi decisivo para a ampliação das fronteiras agrícolas, como a exploração em áreas no Cerrado e no Sertão, localidades onde foi possível melhorar os tratamentos culturais, por possuírem topografia mais favorável à irrigação por pivô central, ou por fazerem uso da mecanização da semeadura, da adubação e da colheita, etc. Desse modo, as cultivares melhoradas certamente potencializaram a produção em regiões onde outros aspectos da tecnologia foram desenvolvidos.

Na Figura 5, estão apresentados os rendimentos de cenoura no Brasil, no decorrer de 4 décadas, em comparação com a média da produção de outros continentes. Verifica-se que a produção na América do Norte, principalmente nos EUA e no Canadá, sempre foi superior à de outros países produtores, embora as produtividades desses outros países também tenham sido incrementadas no decorrer daquelas décadas.

No Brasil, o início do aumento de rendimento da produtividade coincidiu com o lançamento da cultivar de cenoura Brasília, em 1981. Depois da década de 1990, o crescimento da produtividade ficou, porém,

mais lento, mas registrando ganhos significativos ano após ano, o que indica ganhos decorrentes principalmente da melhoria dos tratos culturais, e não do lançamento de novas cultivares de grande impacto.

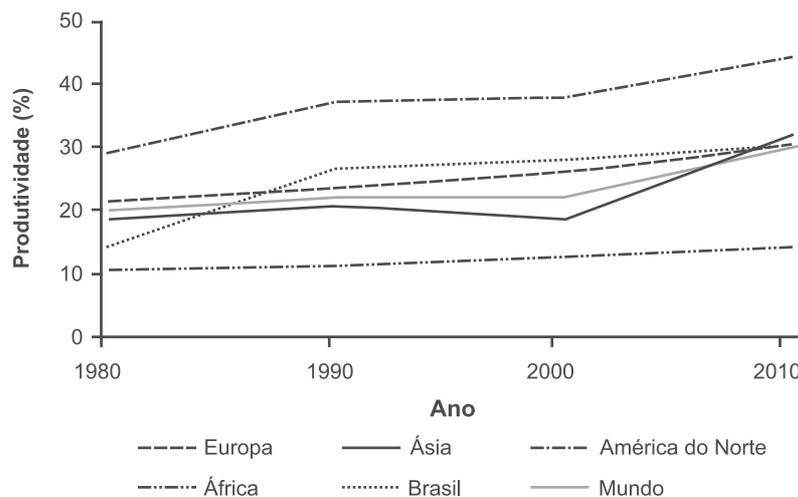


Figura 5. Evolução dos índices de produtividade de cenoura no Brasil, em vários continentes e no mundo.

Fonte: Faostat (2013) e Vilela (2008).

Evolução dos programas de melhoramento e dos sistemas de cultivo depois do lançamento da cultivar de cenoura Brasília



Depois do lançamento da cultivar Brasília, o programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças empenhou-se em aprimorar as qualidades dessa

cultivar. O resultado foi o lançamento da cultivar Alvorada, em 2000. Derivada diretamente da ‘Brasília’, essa cultivar, além de apresentar maior uniformização da coloração e do tamanho das raízes, continha menor proporção de raízes com miolo branco ou amarelo, além de um teor de carotenoides totais 35% superior ao da ‘Brasília’. Contudo, a ‘Alvorada’ era uma cultivar de raízes curtas e baixo teto produtivo, não apresentando, por isso, o mesmo impacto da ‘Brasília’. Em 2009, a Embrapa Hortaliças lançou a cultivar BRS Planalto, de polinização aberta, que, além da qualidade de raízes, possui alta produtividade, elevada resistência à queima das folhas e forte tolerância aos nematoides-das-galhas.

Cultivares de polinização aberta são aquelas cujas plantas polinizam umas às outras, como o milho – neste caso, o pólen provém da mesma variedade. Diferentemente de cruzamentos fechados, como os realizados no caso de híbridos simples, onde são cruzados dois genótipos diferentes.

A superioridade da ‘BRS Planalto’ em relação à ‘Brasília’ no que tange à qualidade de raízes e à tolerância a doenças é evidente. No entanto, as circunstâncias de lançamento ocorreram em uma época em que grande parte dos produtores, como os de São Gotardo, MG, Cristalina, GO, e Marilândia do Sul, PR, davam preferência aos híbridos. No mercado de alto investimento, cultivares de polinização aberta só são utilizadas na falta das sementes híbridas.

Híbrido é o produto do cruzamento de dois ou mais genitores geneticamente diferentes. Atualmente, híbridos comerciais são obtidos do cruzamento de duas linhagens endogâmicas. Para se obter endogamia, se faz autopolinização (que é a transferência do pólen da antera para o estigma de uma flor da mesma planta), forçando os *loci* gênicos, naturalmente heterozigotos em plantas alógamas, ao estado de homozigose, depois de cinco ou seis gerações de autopolinização. A produção de híbridos comerciais é feita cruzando duas linhagens endogâmicas, as quais precisam ser de origem diferente e ter vindo de populações distintas ou contrastantes. O híbrido comercial é resultado da seleção da melhor combinação entre milhares de híbridos testados. Heterose é a expressão da superioridade dos descendentes em relação à média dos genitores. No caso dos híbridos, toda endogamia que estava presente nas linhagens é liberada na geração F_1 do híbrido, de maneira bastante vigorosa (vigor híbrido), quase sempre superando a melhor cultivar de polinização aberta.

O melhoramento que resultou no lançamento da cultivar Brasília é o clássico melhoramento populacional. Nesse caso, os indivíduos mais promissores são selecionados e colocados em ambiente protegido, para cruzarem entre si, dando origem a uma população melhorada. Esse processo se repete até que o melhorista conclua que a nova população já apresenta atributos suficientes para ser lançada como cultivar. Por mais intensa que seja a seleção, a ocorrência de recombinação gera uma população com média superior à da população original, mas com grande variabilidade genética entre os indivíduos, dentro dessa população melhorada. Para o melhoramento genético, a variabilidade mantida em uma população depois da seleção é condição para que novos ciclos ocorram.

Essa variabilidade permitiu, por exemplo, que fossem selecionadas cultivares de cenoura derivadas diretamente da ‘Brasília’, da ‘BRS Planalto’, da ‘Alvorada’, entre outras. Contudo, para os produtores rurais, essa variabilidade é indesejável, pois interfere desde a germinação até a colheita. Os híbridos, além de mais uniformes e mais vigorosos, são mais produtivos. A superioridade dos híbridos em relação às cultivares de polinização aberta decorre de um fenômeno chamado “heterose”. Esse fenômeno representa a superioridade do híbrido em relação à média dos seus pais. Esse fato foi a principal razão que motivou o mercado de sementes a desenvolver interesse por cultivares híbridas; no caso do milho, desde a década de 1920, e, no caso das hortaliças, depois dos anos 1960.

Pondo de lado a discussão sobre o declarado interesse comercial das empresas de semente pelo comércio exclusivo de híbridos, privando, assim, o produtor de extrair as próprias sementes, não é difícil entender a preferência dos produtores por essas cultivares. De maneira geral, os híbridos são mais uniformes, mais precoces e mais produtivos do que as cultivares de polinização aberta.

Os defensores do uso de cultivares de polinização aberta alegam, por sua vez, que o custo das sementes neste sistema é menor. Com efeito, o custo de lavouras que utilizam sementes híbridas é muito maior, não somente por conta do elevado preço das sementes, mas também porque exige maior quantidade de insumos, como mecanização, irrigação, adubação e agroquímicos. Ademais, a cultivar híbrida, por si só, não consegue produzir o resultado esperado. É preciso recorrer a um conjunto de técnicas para que o híbrido

expresse todo o seu potencial. Por exemplo, em relação ao plantio, o custo elevado das sementes exige plantadoras de última geração, geralmente importadas, que melhorem a distribuição de sementes. No entanto, o uso de plantadoras de altíssima precisão, aliado ao grande vigor de sementes, reduz drasticamente, se é que não elimina, a necessidade de operação do raleio, que é a técnica da retirada do excesso de plantas de uma lavoura, prática agrícola árdua e onerosa.

Em relação à adubação, emprega-se mais adubo para as sementes híbridas porque o estande utilizado para elas costuma ser maior do que o usado para as cultivares de polinização aberta. A favor dos híbridos está a constatação da alta resposta que dão à melhoria no ambiente, ou seja, a disponibilidade de nutrientes. Em relação a doenças foliares, a geração atual de híbridos disponíveis no mercado pode ser cultivada no verão, mas requer controle químico, o que não acontece com as cultivares de polinização livre, como a BRS Planalto. No entanto, o desenvolvimento de cultivares híbridas mais tolerantes a doenças foliares é objeto de estudo de todas as empresas que desenvolvem híbridos de cenoura e certamente será mais um diferencial desse tipo de cultivar em futuro próximo.

Como já anunciado, é maior o custo de produção de lavouras que utilizam sementes híbridas. No entanto, os produtores fazem a conta da rentabilidade por área, e não do custo total. Por volta de 2003, época do aparecimento dos primeiros híbridos de cenoura de verão no Brasil, estimava-se que eles tinham uma rentabilidade superior a 80% (considerando o preço naquela época de 17 reais a caixa de 22 kg) em comparação com cultivares de polinização aberta. Essa maior

rentabilidade cobria, com grande margem, os gastos adicionais com a utilização de sementes híbridas e ainda trazia maior retorno financeiro para o produtor.

São Gotardo, MG, é hoje conhecida como “a capital nacional da cenoura”, por ser o maior polo de produção brasileira dessa hortaliça. Os plantios tiveram início no final dos anos 1980. O relevo suave da região, o preço acessível das terras e a localização privilegiada do município convenceram os produtores, principalmente os de origem japonesa, a investir na atividade, que se tornou uma das mais importantes da região. Atualmente, a cenoura cultivada em São Gotardo é a base da economia local, gerando emprego e renda. Os sistemas de plantio locais recorrem intensamente ao uso de insumos e maquinários. Quase todas as lavouras são irrigadas por pivô central, com eficiente preparo de solo e com plantio mecanizado por máquinas de alta precisão, sem restrição ao uso de insumos (fertilizantes e agroquímicos). Os plantios estendem-se por grandes áreas. As cultivares plantadas são, na sua totalidade, híbridas de inverno (plantadas entre os meses de março e setembro) e de verão (plantadas entre outubro e março). O resultado são produtividades que equivalem ou são superiores às das maiores regiões produtoras de cenoura do mundo.

Não se discute o valor da contribuição da cultivar Brasília para a cultura da cenoura na região de São Gotardo; contudo, a necessidade de cultivares mais uniformes e mais produtivas fez que essa e outras cultivares dela derivadas caíssem em desuso. Com o lançamento de híbridos de verão, em meados dos anos 2000, os produtores, percebendo as vantagens desses materiais, substituíram as cultivares de polinização

aberta por híbridos, que são comercializados por empresas privadas, quase todas multinacionais.

Por serem mais uniformes, os híbridos cooperaram para a intensificação do uso da mecanização e a redução da quantidade de mão de obra para os trabalhos no campo, principalmente o de raleio, e, mais recentemente, o da colheita mecanizada. O problema é que existem poucas cultivares perfeitamente adaptadas às condições do verão brasileiro. Ademais, as principais cultivares pertencem às empresas multinacionais que produzem e comercializam as sementes. Assim, o preço das sementes é altíssimo, e, por isso, os produtores são mantidos como reféns dessas empresas.

Outra região onde a cultura da cenoura foi bem-sucedida é Irecê, município do Estado da Bahia. Nessa região, os trabalhos de implantação da olericultura datam dos anos 1980. No município, conhecido até então como “a capital do feijão”, problemas decorrentes da escassez de chuvas e do ataque do vírus do mosaico-dourado do feijoeiro levaram os produtores a reduzir drasticamente a área cultivada com aquela leguminosa e a investir no cultivo de cenoura. As primeiras plantações datam do final da década de 1980, mas só ganharam dimensão nos anos 1990.

Muitas particularidades da região fizeram dela um polo de produção de cenoura no Brasil, como: solo muito fértil, sendo, aliás, irrisório o gasto com fertilizantes, topografia plana, sem limitação de área, e proximidade dos principais centros consumidores do Nordeste. No entanto, o fator decisivo para a implantação da cultura da cenoura na região de Irecê foi o desenvolvimento de cultivares de verão.

O clima semiárido dessa região impossibilita o plantio de cultivares de inverno em qualquer época do ano e, embora os sistemas de irrigação tentem otimizar a água, com sistemas de microaspersão ou microjatos (Santeno®), eles causam molhamento foliar, que é condição ideal para o desenvolvimento da doença queima das folhas. Ainda hoje, cultivares derivadas de 'Brasília' são plantadas em Irecê. Contudo, os híbridos têm aumentado sua participação, contrariando a previsão de muitos produtores de que os híbridos não teriam vantagem competitiva naquela região.

Por fim, é importante destacar que os produtores de cenoura em Irecê vêm enfrentando alguns problemas, entre eles o rebaixamento do lençol freático, o que eleva o custo de acesso à água para irrigação. Foi esse fato, aliás, que induziu muitos produtores locais a substituir as plantações de cenoura pelas de cebola, que é uma cultura mais rentável, além de permitir a irrigação por gotejamento, que otimiza mais a água de irrigação, se comparado aos sistemas utilizados em São Gotardo e em outras regiões.

Além disso, a região enfrenta forte concorrência com a cenoura produzida em sistemas de larga escala nas regiões de São Gotardo, MG, e Cristalina, GO. Com a consolidação do uso de certas tecnologias, como a lavagem da cenoura com água fria, durante a classificação, e o transporte em caminhões refrigerados, os produtores das regiões citadas conseguem colocar a cenoura nos mercados atendidos pelos produtores de Irecê, de forma bastante competitiva e com muita qualidade. Adaptados a essa nova realidade, os produtores substituíram as tradicionais

cultivares de polinização aberta por híbridos mais produtivos. E adotaram outros procedimentos, como: a) mudanças na escala de produção, isto é, no aumento de área; b) alteração da data de colheita, que passou de 130 para 100 dias; c) garantia da qualidade do produto, conferida pela lavagem e pela classificação; e d) substituição das embalagens de rafia por caixas de papelão.

Situação atual dos programas de melhoramento e implicações para a sustentabilidade



Tradicionalmente, as cultivares de cenoura de inverno não são desenvolvidas no Brasil. São importadas da Europa ou dos EUA, e testadas nas condições do Brasil, nas estações de outono/inverno.

A utilização de cultivares de polinização aberta está em declínio. O foco de todas as empresas privadas que fazem melhoramento genético de cenoura é o desenvolvimento de cultivares híbridas. É bem verdade que questões polêmicas relacionadas a cultivares híbridas ainda carecem de solução, como é o fato de a maioria dos híbridos ser desenvolvida por empresas multinacionais. E não há como evitar tal situação, já que empresas privadas almejam principalmente lucro. Cabe, então, ao produtor escolher entre as limitações das cultivares de polinização aberta, a cujas sementes tem acesso irrestrito, e as vantagens competitivas das híbridas, cujas sementes estão, porém, sob o controle de multinacionais.

Infelizmente a cultura da cenoura está deixando de ser uma cultura de pequenos produtores, pois está cada vez mais concentrada nas mãos de grandes grupos, como os de São Gotardo. Ou, então, passaram para as mãos de empresas agrícolas, como as do Município de Cristalina, GO. Grandes produtores têm poder de barganha no momento da compra de insumos e, ademais, mantêm, quase sempre, contratos de venda com grandes redes de supermercados ou outras redes atacadistas. Nesse sistema fechado, torna-se muito difícil, para os pequenos produtores que não atuam em escala de produção, competir com os grandes empresários. Considerando que as empresas privadas não desenvolvem cultivares de polinização aberta, cujas sementes são mais baratas, questiona-se se caberia à Embrapa, na condição de empresa pública, desenvolver pesquisas para garantir o acesso a novas cultivares ao produtor que não consegue adquirir sementes híbridas. Questiona-se também se cultivares híbridas são sustentáveis a médio e a longo prazos. Os híbridos atuais são realmente produtivos, mas só em condições ótimas de preparo de solo, adubação, irrigação e utilização de agroquímicos. Por serem mais suscetíveis à queima das folhas, em comparação com o grupo Brasília, os híbridos necessitam de maior aplicação de fungicidas; portanto, a utilização de cultivares de polinização aberta serviria, então, como alternativa para um cultivo com mais sustentabilidade, até que híbridos com tal resistência sejam desenvolvidos.

Pelo exposto, a Embrapa, na condição de empresa pública, cumprindo com sua responsabilidade pela sustentabilidade e pela segurança alimentar dos cultivos, e desempenhando a sua missão de geradora de conhecimentos e tecnologias, investirá nas duas frentes, com

pesquisas visando à produção de cultivares de polinização aberta e híbridos.

Referências



BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2013. 523 p.

CAMARGO FILHO, W. P. CAMARGO, A. M. M. P. **Comportamento dos preços de olerícolas nos mercados atacadistas e fluxo de produção regional no Brasil, 1977-1983**. São Paulo: IEA, 1986. 79 p. (Relatório de Pesquisa 9/86).

CELERES. **Informativo biotecnologia**. 2014. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/12/IB1403.pdf>>. Acesso em: 11 de jun. 2015.

DUVICK, D. N.; SMITH, J. S. C.; COOPER, M. Long term selection in a commercial hybrid maize breeding program. **Plant Breeding Reviews**, v. 2, n. 24, p. 109-152, 2010.

FAOSTAT. **Production quantities by country Average 1993-2013**. 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 16 mar. 2015

SIMON, P. W.; FREEMAN, R. E.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S.; BRIARD, M.; NOTHNAGEL, T.; MICHALIK, B.; KWON, Y. Carrot. In: PROHENS-TOMÁS, J.; NUEZ, F.; NUEZ, F. (Ed.). **Handbook of Plant Breeding, Vegetables II**. New York: Springer, 2008. p 327-357.

VILELA, N. J. **Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 9 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 59).