

G
Gu
g y i k p d
A s k d
V z b f
C T f
J w
M



47

Sustentabilidade e horticultura no Brasil:
da retórica à prática

Carlos Alberto Lopes
Maria Thereza Macedo Pedroso
Editores Técnicos

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Texto para Discussão 47

Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática

*Carlos Alberto Lopes
Maria Thereza Macedo Pedroso*

Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2017*

Exemplares desta publicação
podem ser solicitados na:

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD)

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4451

Fax: (61) 3448-4887

textoparadiscussao@embrapa.br

Editor da série

Ivan Sergio Freire de Sousa

Coeditores

Adriana Reatto dos Santos Braga

Daniela Matias de Carvalho Bittencourt

Job Lúcio Gomes Vieira

José Robson Bezerra Sereno

Paulo Roberto Tremacoldi

Conselho editorial

Adriana Reatto dos Santos Braga

Alberto Roseiro Cavalcanti

Antonio Roosevelt de Moraes Junior

Assunta Helena Sicoli

Daniela Matias de Carvalho Bittencourt

Eliane Gonçalves Gomes

Geraldo B. Marth Jr.

Ivan Sergio Freire de Sousa

Job Lúcio Gomes Vieira

Lucilene Maria de Andrade

Maria Alice de Medeiros

Marita Feres Cardillo

Otavio Valetim Balsadi

Paule Jeanne Mendes

Paulo Roberto Tremacoldi

Renato Cruz Silva

Roberto de Camargo Penteadó Filho

Colégio de editores associados

Ademar Ribeiro Romeiro

Altair Toledo Machado

Antonio César Ortega

Antonio Duarte Guedes Neto

Arlison Favareto

Carlos Eduardo de Freitas Vian

Charles C. Mueller

Dalva Maria da Mota

Egídio Lessinger

Geraldo da Silva e Souza

Geraldo Stachetti Rodrigues

João Carlos Costa Gomes

John Wilkinson

José de Souza Silva

José Graziano da Silva

José Manuel Cabral de Sousa Dias

José Norberto Muniz

Josefa Salete Barbosa Cavalcanti

Léa Velho

Levon Yeganiantz

Marcel Bursztyn

Maria Amalia Gusmão Martins

Maria Lucia Maciel

Mauro Del Grossi

Oriowaldo Queda

Pedro Carlos Gama da Silva

Rui Albuquerque

Sergio Salles-Filho

Sergio Schneider

Suzana P. M. Mueller

Tarcizio Rego Quirino

Vera L. Divan Baldani

Vicente Galileu Ferreira Guedes

Zander Navarro

Supervisão editorial

Erika do Carmo Lima Ferreira

Normalização bibliográfica

Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico

Tenisson Waldow de Souza

Revisão de texto

Corina Barra Soares

Editoração eletrônica

Júlio César da Silva Delfino

1ª edição

1ª impressão (2017): 600 exemplares

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do autor, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

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 Informação Tecnológica

Sustentabilidade e horticultura no Brasil : da retórica à prática / Carlos Alberto Lopes, Maria Thereza Macedo Pedroso, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.
433 p. : il. ; 15 cm x 21 cm. – (Texto para Discussão / Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, ISSN 1617-5473 ; 47).

1. Agricultura sustentável. 2. Produção agrícola. 3. Propagação vegetativa. 4. Tecnologia agrícola. I. Lopes, Carlos Alberto. II. Pedroso, Maria Thereza Macedo. III. Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento.

CDD 635

© Embrapa, 2017

Autores

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Alice Kazuko Inoue-Nagata

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

Carlos Alberto Lopes

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Eliseu Roberto de Andrade Alves

Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Rural, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Fernanda Rausch Fernandes

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

Francisco Adriano de Souza

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ecologia Molecular Microbiana, pesquisador da Embrapa, Sete Lagoas, MG

Gilmar Paulo Henz

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Giovani Olegário da Silva

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Ítalo Moraes Rocha Guedes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Lineu Neiva Rodrigues

Engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Marcos Brandão Braga

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Maria Thereza Macedo Pedroso

Engenheira-agrônoma, mestre em Desenvolvimento Sustentável, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

Miguel Michereff Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Mirian Fernandes Furtado Michereff

Bióloga, doutora em Biologia Animal, pesquisadora visitante da Embrapa, Brasília, DF

Mirtes Freitas Lima

Engenheira-agrônoma, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

Núbia Maria Correia

Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

Sidney Luiz Stürmer

Biólogo, Ph.D. em Genética e Biologia do Desenvolvimento, professor da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC

Thiago Roberto Schlemper

Ecólogo, mestre em Engenharia Ambiental, Instituto Holandês de Ecologia (NIOO), Wageningen, Holanda

Waldir Aparecido Marouelli

Engenheiro agrícola, Ph.D. em Engenharia Agrícola e de Biosistemas, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Zander Navarro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Sociologia, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF

Apresentação

Texto para Discussão é publicação seriada técnico-científica, empenhada na divulgação de resultados de estudos e pesquisas cuja relevância e oportunidade recomendam seu oferecimento à reflexão e ao debate.

Criada em 1998 e publicada continuamente desde então, a série dedica-se, como sugere sua denominação, a promover a circulação de dados e ideias e a ensejar seu debate em espaço mais ampliado do que aquele em que se insere(m) seu(s) autor(es).

A pesquisa é exitosa e o conhecimento avança quando pesquisadores produtivos interagem com liberdade e responsabilidade, compartilhando informações e cotejando abordagens.

Texto para Discussão aborda temas do desenvolvimento agrícola contemporâneo, de relevo social e econômico, versados por autores com vínculos organizacionais diversificados.

A série é dirigida a pesquisadores, dirigentes, formuladores de políticas públicas, acadêmicos e demais segmentos profissionais que atuem ou tenham interesse nas temáticas e funções da ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento da agricultura.

Cada trabalho recebido passa por crivo de admissibilidade na editoria e, ganhando ingresso, segue para o escrutínio de editores associados, na tradição da avaliação por pares. A responsabilidade do conteúdo publicado é de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente,

o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Os volumes publicados são distribuídos nacionalmente, com destaque para bibliotecas e demais centros de documentação, em cujos acervos os exemplares são catalogados e ficam à disposição do público. Assim, são contempladas bibliotecas de universidades, de institutos de pesquisa e de órgãos de extensão, entre outros. Os trabalhos são igualmente mantidos à disposição do público para serem baixados na forma de arquivos digitais idênticos aos volumes impressos.

De caráter monográfico, cada número veicula texto único, de autoria tanto singular quanto coletiva. Em ocasiões especiais, o número pode trazer coletânea de textos, reunidos em função de um tema ou ideia central.

*Nesses quase 20 anos, **Texto para Discussão** já ofertou mais de quatro dezenas de números e, como forma relevante de repercussão, contabiliza títulos incorporados como referência em projetos de pesquisa e como fontes bibliográficas em cadeiras de programas de pós-graduação.*

O Editor

Prefácio

*Com este número, **Texto para Discussão** acrescenta à sua característica de publicação de monografias a oferta de uma coletânea de textos em torno de um tema básico – neste caso, a sustentabilidade na horticultura. O tema é abordado com base em várias perspectivas, e com um viés proposital voltado à olericultura, visto que a maioria dos autores é especialista em pesquisas com hortaliças. Dessa forma, a presente coletânea tem por objetivo, primeiramente, destacar a Embrapa como empresa pública que gera produtos, técnicas e processos derivados exclusivamente da ciência estabelecida. Pretende também apontar as potencialidades de algumas técnicas desenvolvidas ou adaptadas pela Embrapa no tocante ao tema e, por fim, tenciona valorizar o trabalho propriamente científico, estritamente correspondente aos cânones consagrados da ortodoxia do método científico.*

Em especial, a coletânea enfoca a sustentabilidade da horticultura segundo o princípio geral, já consolidado, que almeja produzir efeitos de poupar recursos naturais e utilizar menores quantidades de insumos (especialmente químicos) e, assim, potencializar a produtividade, entre outros objetivos igualmente associados àquele termo. Trata-se de insistir que o caminho da sustentabilidade das atividades agropecuárias, lato sensu, ou da horticultura, em particular, deve-se orientar principalmente (embora não exclusivamente) pela elevação da agricultura moderna, do atual patamar, adotado em

grande parte do Brasil e nos variados ramos da produção, para outro, no qual sua configuração sustentável possa ser nitidamente evidenciada. Ou seja, nesta publicação, o pressuposto de orientação geral é que não existe a proposta de “substituir” a natureza essencial e as principais características da chamada agricultura moderna, fruto de uma longa trajetória das ciências agrônômicas, por outro modelo tecnológico radicalmente novo e diferente.

Em consequência, o caminho da reflexão apresentada pelos diversos autores nesta coletânea é bastante distinto de narrativas oferecidas com crescente frequência, as quais sugerem a factibilidade de uma relativa facilidade para transformar a agricultura em sustentável e que essa transição não vem ocorrendo por razões que seriam, sobretudo, políticas e ideológicas, advindas do poder econômico dos grandes grupos agroindustriais. São argumentos gerais que, muitas vezes, surpreendem especialmente pela usual inexistência de comprovação demonstrativa de sua viabilidade prática.

De um lado, são interpretações que surpreendem por serem propostas ligeiras e superficiais, demonstrativas de um raso conhecimento sobre as práticas dos agricultores, em seu labor cotidiano, para manter vivas as suas atividades produtivas, incluindo os riscos crescentes que a economia agrícola impõe aos seus agentes. Quase sempre, essas leituras parecem ignorar que a agropecuária é uma parte da economia e, portanto, precisa se organizar como tal para persistir com sucesso, em um ambiente no qual o acirramento concorrencial se acentua a cada dia, encurralando, em especial, os pequenos e

médios produtores. Além do mais, tais interpretações parecem recusar o resultado obtido pelo expressivo desenvolvimento tecnológico da agricultura nos aproximadamente últimos 150 anos.

De outro lado, surpreendem também tais propostas quando insistem que existiria uma crise igualmente manifesta no “mundo da ciência”, e que os cânones da ciência moderna também estariam demandando, em tese, uma radical transformação. Inspirados em autores que alimentam uma crítica contundente a aspectos particulares do modo de funcionamento da ciência moderna, essas narrativas, que se apresentam contrárias à agricultura moderna, não conseguem, contudo, oferecer outro caminho substitutivo operacionalizável, ou propor algo concreto, além de platitudes, algumas pueris, sobre a suposta “crise da ciência”. Novamente aqui também se ignora o árduo esforço, de quase 500 anos, para desenvolver os pressupostos ontológicos da ciência moderna e, posteriormente, o penoso processo de construção do método científico.

Dessa forma, a coletânea esforça-se em alertar para o perigo de ocorrer um retrocesso guiado por esforços que, de fato, constituem uma pseudociência. Por essa razão, o grupo de autores reunidos neste livro discute seus temas específicos de análise sob um quadro irrestrito de liberdade analítica, dessa forma sendo mantidos (e insista-se em tal pressuposto) o pluralismo e as opções de escolha explicativa de cada autor para lidar com seus temas de especialização segundo o indicado pelas respectivas trajetórias disciplinares.

No tocante aos temas tratados nesta publicação, o objetivo principal foi introduzir, em cada artigo, um foco de especialização dos subcampos disciplinares da Agronomia e das práticas agrícolas atualmente disponíveis (testadas e validadas), as quais, somadas à literatura existente e ao conhecimento acumulado dos autores, permitem perscrutar o significado, principalmente prático, da busca da sustentabilidade. São destacados os desafios principais a serem vencidos para permitir a transposição entre um desejo inicial, ainda retórico, e um resultado final, concreto e viável, de um modo sustentável de funcionamento, inclusive economicamente. Essa transição é essencial quando se discute sustentabilidade e sua concretização em situações práticas, pois a linguagem retórica acabaria propondo, de fato, “tudo”, o que poderia esvaziar a noção de sustentabilidade, tornando-a inócua.

Mantemos a expectativa de a publicação despertar o interesse de um leitorado preocupado com a agropecuária brasileira, em seus diversos ângulos analíticos. Seriam os formadores de opinião, mas não necessariamente somente aqueles com formação agrônoma, pois os diversos artigos que constituem o livro poderão também atrair o interesse daqueles que tomam decisão e/ou influenciam decisões sobre o mundo rural.

Por esse motivo, nos artigos, evitou-se, o quanto possível, o vocabulário essencialmente científico ou específico das áreas de cada especialista. Esse cuidado estendeu-se até mesmo ao diálogo exclusivo entre os pares das respectivas comunidades científicas. Utilizar uma linguagem “popular” foi, porém, em certos casos, tarefa desafiadora. Aliás, os artigos

foram relidos e revisados várias vezes para que fosse alcançado o propósito de garantir uma linguagem acessível, de fácil compreensão, ao leitor em geral.

Os autores dos artigos da coletânea são especialistas em quase todas as áreas que se relacionam com a produção agrícola: fitopatologia, irrigação, engenharia agrícola, entomologia, melhoramento vegetal, ciências dos solos, ciências dos alimentos, microbiologia, fitotecnia, economia agrícola e sociologia rural. Cada autor seguiu por um caminho analítico de sua própria decisão. Alguns artigos discutem a noção de “sustentabilidade” e “tecnologia” sob um aspecto mais geral, enquanto outros refletem sobre “sustentabilidade” com base em uma técnica produtiva particular, desenvolvida como resultado de pesquisas, ou embasada no conhecimento acumulado em uma área específica das ciências agrônomicas. No total, são 20 autores e 15 artigos.

A coletânea é inaugurada com o artigo de Alves, no qual se defende a tese de que o estabelecimento rural, para ser sustentável, precisa primeiramente ser capaz de remunerar todos os fatores de produção. O texto também analisa o setor específico da produção de hortaliças no Brasil.

Em seguida, Lopes reflete sobre diversos aspectos do controle de doenças que conferem complexidade à busca da sustentabilidade na olericultura em nosso país, analisando detalhes sobre o setor, muitas vezes ignorados em inúmeras interpretações.

Pedroso, no artigo seguinte, discute cinco expressões que estão em voga e que se relacionam com a agricultura sustentável. São elas: “desenvolvimento

sustentável”, “agricultura sustentável”, “agricultura familiar”, “inovações tecnológicas” e “políticas públicas”.

Em seguida, Carvalho e Silva explicam o que significa exatamente a expressão “melhoramento vegetal”, tema muito pouco compreendido pelos leigos, às vezes criando primárias confusões de entendimento.

Fernandes e Nagata, por sua vez, explicam a crescente e fundamental importância da certificação de sementes, talvez o insumo agrícola mais nobre para a produção sustentável de hortaliças.

Fernandes e Lima tratam da tecnologia de cultura de tecidos, um tema precioso para a produção de determinadas hortaliças, explicando como a ciência avançou a partir de espécies de propagação vegetativa, como alho, batata-doce e batata.

Em seu artigo, Guedes aborda, de uma forma geral, o tema do uso sustentável dos solos, focando o tema do sequestro de carbono no solo.

Souza, Schlember e Stürmer tratam da importância da tecnologia da inoculação de micorrizas, demonstrando sua significativa importância para o desenvolvimento sustentável.

Braga discute, genericamente, o tema da sustentabilidade da irrigação no Brasil, apresentando dados e análises sobre o uso da água na agricultura. Marouelli e Rodrigues, por sua vez, em foco complementar, explicam aspectos técnicos relacionados com o seu uso racional, para garantir a sustentabilidade na irrigação de hortaliças.

Michereff Filho e Michereff explicam e analisam o manejo integrado de pragas (MIP), descrevendo e analisando a sua aplicação no Brasil, seus avanços e percalços.

Correia desmistifica o tema do uso de herbicidas, especialmente quando a mão de obra no campo é cada vez mais escassa, e esclarece os motivos pelos quais são recomendados.

Nagata e Fernandes explicam a importância do vazão sanitário, salientando os fatores que tornam complexa a efetividade dessa fundamental medida no controle de pragas.

Henz enfoca o tema da pós-colheita, mostrando que muitos dos problemas que residem nessa fase da produção de alimentos são multifatoriais e, por isso, devem ser analisados de forma multidisciplinar.

Por fim, concluindo a publicação, Navarro discute criticamente o tema da “agroecologia”, um termo que se expande no Brasil, mas sem clareza conceitual, conforme argumenta o autor.

*Carlos Alberto Lopes e
Maria Thereza Macedo Pedroso
Editores Técnicos*

Sumário

A quem cabe a sustentabilidade da horticultura:
ao horticultor ou ao meio físico (ou a ambos)? ... 19
Eliseu Alves

Considerações sobre a sustentabilidade
no controle de doenças das hortaliças
produzidas em diferentes sistemas agrícolas 41
Carlos Alberto Lopes

Sustentabilidade e transformações
produtivas e tecnológicas na agricultura:
é preciso ampliar o debate 61
Maria Thereza Macedo Pedroso

A importância do melhoramento genético
e de sistemas de produção para a
sustentabilidade da agricultura brasileira..... 111
Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho
e Giovani Olegário da Silva

A contribuição da certificação de sementes
para a produção sustentável de hortaliças..... 139
Fernanda Rausch Fernandes
e Alice Kazuko Inoue-Nagata

A importância do uso de materiais
de propagação vegetativa de alta qualidade
fitossanitária (livres de vírus): estudos
de caso sobre alho, batata e batata-doce 161
Fernanda Rausch Fernandes
e Mirtes Freitas Lima

Um breve comentário sobre o uso sustentável do solo pela agricultura.....	203
<i>Ítalo Moraes Rocha Guedes</i>	
A importância da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos para a sustentabilidade na olericultura	223
<i>Francisco Adriano de Souza, Thiago Roberto Schlemper e Sidney Luiz Stürmer</i>	
A sustentabilidade da irrigação no Brasil	253
<i>Marcos Brandão Braga</i>	
Aspectos de sustentabilidade na irrigação de hortaliças	271
<i>Waldir Aparecido Marouelli e Lineu Neiva Rodrigues</i>	
Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade?.....	287
<i>Miguel Michereff Filho e Mirian Fernandes Furtado Michereff</i>	
A dinâmica dos herbicidas no ambiente e a sustentabilidade agrícola.....	317
<i>Núbia Maria Correia</i>	
Vazio sanitário: um estudo de caso para a produção sustentável do tomateiro.....	341
<i>Alice Kazuko Inoue-Nagata e Fernanda Rausch Fernandes</i>	

Pós-colheita e consumo sustentável
de hortaliças 363
Gilmar Paulo Henz

A agroecologia no Brasil: magia,
autoengano e ação política..... 401
Zander Navarro



A quem cabe a sustentabilidade
da horticultura: ao horticultor
ou ao meio físico (ou a ambos)?

Eliseu Alves

A quem cabe a sustentabilidade da horticultura: ao horticultor ou ao meio físico (ou a ambos)?

Resumo

Neste capítulo, são defendidas duas teses. A primeira afirma que o estabelecimento rural é tido como qualificado quando é capaz de remunerar todos os fatores de produção, por meio da venda da produção. Pelo Censo Agropecuário 2006, somente 44% dos estabelecimentos que declararam produção e exploraram a terra foram capazes de cumprir essa exigência; ou seja, 56% deles não atingiram o mesmo objetivo. Estes últimos dificilmente estarão dispostos a investir em preservação do meio ambiente. Impõe-se, pois, incentivá-los a investir na preservação do meio ambiente. A segunda tese sugere que a discriminação contra a pequena produção é menor no ramo das hortaliças, tanto em nível de mercado quanto de produção. As Centrais de Abastecimento (Ceasas), os pontos de venda em bairros e os cinturões verdes criam condições bem mais favoráveis à pequena produção do que para outras explorações agrícolas. O grande dispêndio por hectare exigido pela tecnologia moderna favorece a concentração da produção, embora a maioria dos insumos e a terra sejam fracionáveis. As chamadas “hortaliças commodities”, como batata, tomate e cenoura, favorecem a grande produção e a concentração em poucos estabelecimentos. Por isso, merecem ser estudadas com mais detalhes.

Termos para indexação: olericultura, produção de hortaliças, agricultura familiar, renda familiar, sistemas de produção.

Who is responsible for horticulture sustainability: the horticulturist or the physical environment (or both)?

Abstract

In this chapter, there are two theses defended. The first one states that rural establishments are regarded as qualified if they are capable of paying all the factors of production through the sale of production. According to the 2006 Brazilian Census of Agriculture, only 44% of the establishments which reported production and exploit the land were able to meet this requirement, or 56% of them failed in this respect. The ones that belong to the last category will not be receptive to invest in environmental conservation. There must be, therefore, encouragement for them to invest in environmental conservation. The second thesis suggests that discrimination against small producers is less serious and important in vegetable production, both at the market place and in the production level. The Supply Centers (Ceasas), urban direct sell of vegetables by farmers and the green belts are good examples of arrangements that were also designed to favor family farming rather than other types of farming systems. The large expenditure per hectare required by modern technology favors the concentration of production, although most of the inputs and earth are divisible. The so called “vegetable commodities”, such as potato, carrot and tomato, favor large production, and hence the concentration of production in few hands. Therefore, they deserve to be studied in more detail.

Index terms: olericulture, vegetable production, family farming, family income, production systems.

Introdução



A hipótese que fundamenta as discussões sobre sustentabilidade na agricultura é que o agricultor seja economicamente sustentável, no sentido de que, pelo menos com a venda da produção, sejam remunerados todos os fatores de produção. Ou seja, a renda líquida, que é o valor da produção menos a remuneração dos fatores de produção, é maior ou igual a zero. Num dado ano, ela pode ser negativa, em virtude das flutuações perversas dos preços, do ataque de doenças e pragas, do déficit de chuva, entre outras causas. Mas essa ocorrência deve ser uma exceção. Por isso, a prudência recomenda que, nos anos bons, reservas sejam feitas para que sejam enfrentadas futuras adversidades, ou, então, que se recorra ao seguro, quando possível.

Sendo sustentável financeiramente, é possível que o agricultor tenha condições de cuidar da sustentabilidade do ambiente físico. Contudo, comumente se argumenta que a sustentabilidade do meio físico é indispensável à sustentabilidade econômica do estabelecimento rural. Se a renda for negativa, o agricultor não fará investimentos em tecnologias que requerem anos para serem ressarcidos. Assim, necessariamente, a estratégia para que o estabelecimento rural possa passar a um patamar mais elevado de sustentabilidade precisa considerar sua renda líquida. Quando um agricultor tem renda líquida negativa, obter recursos para investimentos por

meio de contrato de crédito rural é tarefa complicada, que implicará aval ou garantias em termos de propriedade rural ou de outros bens. Portanto, a melhor alternativa a seguir é recuperar economicamente o estabelecimento, administrando com sagacidade os recursos que o agricultor comanda. Saneada a contabilidade do negócio, o crédito rural volta a ser opção.

Concentração e dispersão da renda bruta



Censo Agropecuário 2006 permitiu estimar a renda líquida – os detalhes metodológicos podem ser encontrados em Alves et al. (2012). Os estabelecimentos que declararam produção e exploram a terra (como proprietários, parceiros, arrendatários e ocupantes) corresponderam a 4.400.527, sendo que 44,36% tiveram renda líquida não negativa ($rl \geq 0$) e 55,64% tiveram renda líquida negativa ($rl < 0$). Se persistir por alguns anos a situação de renda líquida negativa, este último grande grupo de produtores será forçado a vender parte de seu patrimônio para sobreviver. Ou, então, terão de se reorganizar com nova tecnologia, incluindo mais rigor na administração de seus estabelecimentos. Dessa forma, fica a pergunta: como os agricultores farão para pagar por tecnologias que preservem o meio ambiente, se o seu retorno não ocorrer no curso de um ano?

No estudo referido anteriormente, todos os estabelecimentos foram divididos em classes de salário

mínimo mensal (slm), equivalentes ao total do valor da produção agropecuária auferida no estabelecimento. O salário mínimo vigente em 2006 era de R\$ 300,00, e as classes foram assim identificadas: a) miniprodutor, quando a estimativa do valor da produção total do estabelecimento, transformada em salários mínimos, era maior que zero e igual a 2 (0 a 2); b) pequeno produtor, maior que 2 e igual a 10 (2 a 10); c) médio produtor, maior que 10 e igual a 200 (10 a 200); e d) grande produtor, maior que 200 salários mínimos (> 200).

Na sequência, o total dos estabelecimentos foi dividido em dois grandes grupos de área total dos estabelecimentos: menor e igual a 100 ha e maior que 100 ha. Na Tabela 1 estão os resultados obtidos, depois de realizados os agrupamentos indicados. Nela, a renda bruta (rb) é o valor da produção de 2006 em real do ano, incluindo o autoconsumo e a indústria caseira. O índice de Gini mede a dispersão da renda bruta ou sua desigualdade: o seu máximo é 1, para quando um dos estabelecimentos ficar com toda a renda bruta. Ou seja, quanto mais próximo estiver de 1, maior será a desigualdade dentro do grupo. O mínimo se iguala a 0, quando todos os estabelecimentos tiverem a mesma renda bruta. A renda bruta média é igual à renda bruta dividida pelo número de estabelecimentos, em real (R\$) relativo ao ano de 2006, por estabelecimento.

A Tabela 1 mostra o número de estabelecimentos e sua relação com o seu total, em porcentagem, e a relação da renda bruta da classe de salário mínimo com a renda bruta total, em porcentagem, o índice de Gini e a rb média.

Tabela 1. Distribuição da renda bruta (rb) em classes de salário mínimo mensal (slm) e em duas classes de área (≤ 100 e > 100 ha) e por classe de área.

Classes de rb (slm 2006)	≤ 100 ha (98,2% do total do número de estabelecimentos)			> 100 ha (8,8% do total do número de estabelecimentos)		
	Número	%	rb total (%)	Número	%	rb total (%)
(0 a 2]	2.795.789	69,64	6,98	108.980	28,23	0,31
(2 a 10]	885.057	22,05	19,90	110.693	28,67	2,22
(10 a 200]	326.446	8,13	45,22	146.256	37,89	27,64
> 200	7.185	0,18	27,90	20.121	5,21	69,83
Total	4.014.477	100,00	100,00	386.050	100,00	100,00
Índice de Gini			0,85			0,87
rb média			18.322,20			238.126,15

Fonte: IBGE (2006 citado por ALVES et al., 2012).

A Tabela 1 mostra como se distribui a renda bruta nas duas classes de área e por classe de renda bruta, em salário mínimo mensal. Ou seja, como se dividem os produtores agrupados em mini, pequenos, médios e grandes produtores, para cada uma das duas classes de área. A classificação não é feita por área, como é usual nas discussões mais corriqueiras na literatura, pois o interesse aqui é verificar como se distribui o valor da produção. E a tabela mostra ser muito grande a concentração em ambas as classes, no sentido de que poucos produtores produziram muito, enquanto muitos produtores produziram muito pouco.

Na classe definida no estudo como aquela menor ou igual a 100 ha, os miniprodutores, que totalizaram 69,64% dos 4.014.477 que compuseram a classe, contribuíram com apenas 6,98% da produção total. Os pequenos produtores (22,05% do total de produtores da classe) geraram 19,90% da produção

total da classe – juntos, os mini e os pequenos produtores correspondem a 91,69% da classe de 100 ha e menos, e contribuíram com 26,88% da produção da classe, ou seja, muitos produtores contribuíram com muito pouco.

No outro extremo, ainda na classe (≤ 100), os grandes produtores, cuja renda bruta equivale a mais de 200 salários mínimos de renda mensal por estabelecimento, são apenas 7.185 (0,18%), mas responderam por 27,90% da renda bruta. A contribuição dos médios produtores, 8,13% do total da classe, equivaleu a 45,22%. As duas classes juntas, em número de estabelecimentos, totalizaram 8,31% e, em proporção da rb, 73,12%. Ou seja, poucos produziram a maior parte da produção da classe de área ≤ 100 ha.

Já na classe de mais de 100 ha, os grandes produtores em porcentual do número de estabelecimentos (5,21%) corresponderam a 68,8% do valor total. Os médios estabelecimentos, em porcentual do número de estabelecimentos, são 37,89% e geraram 27,64% do valor da produção. Juntas, as duas classes correspondem a 43,10% do número de estabelecimentos e têm participação no valor da produção igual a 97,47%. Os mini e pequenos produtores, agregadamente, são 56,90% do número de produtores da classe, mas respondem por apenas 2,53% do valor da produção.

A concentração da produção é expressiva nas duas classes, embora bem maior na classe de mais de 100 ha, na qual a pequena produção, embora expressiva em número de produtores (56,90%), somente contribuiu com 2,53% do valor da produção.

O índice de Gini, que mede a desigualdade da renda bruta entre os produtores de cada classe, atingiu, respectivamente, 0,85 e 0,87. Assim, a desigualdade é praticamente a mesma nas duas classes e muito elevada. Note-se que o índice de Gini mede a dispersão – no caso, entre a renda bruta dos estabelecimentos de cada classe –, e ele foi estimado com os microdados, sem utilizar a tabela acima. Note-se ainda que é possível ter concentração da produção diferente de desigualdade. A concentração retrata a posição de uma classe de área contra a da outra, no que tange às classes de renda bruta. O índice de Gini mede a dispersão da renda bruta dentro de cada classe; no caso em análise, muito elevada.

Os dados analisados no artigo citado também mostram que a terra perdeu muito da capacidade de explicar a variação da produção e a desigualdade de renda. Atualmente, esse poder pertence, em grande parte, à tecnologia. Por isso, a política de distribuição de terra precisa, necessariamente, ser implementada de forma articulada com programas de tecnologia. Caso contrário, fracassará.

Renda líquida



ustentabilidade e renda líquida positiva, ou não negativa, caminham juntas. A Tabela 2 é uma simplificação de outra tabela, apresentada no documento citado acima.

Na classe dos miniprodutores, a grande maioria de todos os estabelecimentos, pela última coluna, pertence a essa classe (66,00%), e a grande maioria (65,20%) tem renda líquida negativa. De acordo com a Tabela 2, os produtores dessa classe obtinham apenas meio salário mínimo, em valores de 2006. Portanto, contam com muito poucos recursos. A despeito disso, 34,80% remuneraram todos os fatores de produção. Muito provavelmente, esses têm condições de assimilar práticas conservacionistas, desde que respeitem os limites de seus recursos e aquelas práticas possam ser subsidiadas pelo governo.

Tabela 2. Distribuição da renda líquida, em porcentagem, por classe de salário mínimo (slm) e por classe de área, em hectares.

Classes (slm)	≤ 100	Mais de 100	Total Número	%
	rl \geq	rl $<$		
Mini: (0 a 2]	34,80	65,20	2.904.769	66,00
Pequeno: (2 a 10]	58,93	41,07	995.750	22,64
Médio: (10 a 200]	70,25	29,75	472.702	10,74
Grande: > 200	81,44	18,56	27.306	0,62
Total	44,36	55,64	4.400.527	100,00

Fonte: Alves et al. (2012).

A grande maioria (65,20%), no entanto, teve renda líquida negativa; por isso, constitui um perfil de agricultores que precisa reformular a administração do estabelecimento para que possam remunerar os fatores de produção. Como sequer remuneram seus fatores de produção, pode-se supor que, muito provavelmente, serão produtores que oferecerão muita resistência a práticas preservacionistas que impliquem mais custos. O melhor seria subsidiá-los para

preservar os recursos naturais, até que possam equilibrar as contas de seus estabelecimentos rurais.

Quanto ao grupo denominado de pequenos produtores, perto de 59% remuneraram todos os fatores de produção; por isso, provavelmente recepcionarão de bom grado as práticas conservacionistas e as colocarão em prática se demonstrado for que elas implicam custos razoáveis, com retorno no ano do investimento. Quanto àqueles de renda negativa (41%), são produtores que estão nas mesmas condições dos miniprodutores, mas com melhores condições de equilibrar as contas dos estabelecimentos, pois têm mais recursos.

As classes dos médios e grandes produtores, embora contenham, respectivamente, 29,75% e 18,56% de seus membros com renda líquida negativa, estão em melhor situação: dispõem de mais terra, animais, máquinas e equipamentos nos respectivos patrimônios. Ou seja, dispõem de recursos para realizar os investimentos e poderem equilibrar as contas e aplicar em sustentabilidade, desde que se mostre ser lucrativo o correspondente investimento. Também são grupos mais propensos a cuidar da sustentabilidade de seus empreendimentos, pois terão muito a perder se não o fizerem.

Em conclusão, o meio rural é muito heterogêneo em relação à capacidade de realizar investimentos destinados a aumentar o patamar de sustentabilidade. Ao analisar a capacidade de pagamento dos fatores de produção, pode-se sugerir que os mini e os pequenos produtores estarão dispostos a investir em práticas sustentáveis nas seguintes condições: se o investimento se pagar no ano, se custar pouco e se não for

tarefa complicada. Tomar empréstimo não é recomendado para quem tem renda líquida negativa porque há muita resistência dos bancos em atender ao pedido de empréstimo; ademais, o risco de perder o patrimônio é alto. Esses dois grupos são candidatos a forte ajuda do governo (a fundo perdido), para que possam viabilizar os investimentos em preservação. Os outros dois grupos, principalmente aqueles com renda líquida negativa, se convencidos da rentabilidade do investimento em sustentabilidade, o farão, mesmo se for preciso recorrer ao sistema de crédito rural.

Premissas sobre arranjos da produção de hortaliças no Brasil



Sobre o setor específico da produção de hortaliças, algumas premissas básicas precisam ser enfatizadas inicialmente:

- Hortaliças, em geral, são altamente perecíveis, em virtude de ser muito curto o espaço de tempo máximo entre o final da produção e o consumo. Excedido esse tempo, a deterioração é rápida, inviabilizando o consumo. Há tecnologias para dilatar o tempo de perecibilidade ao máximo, mas implicam custos quase sempre elevados.
- Nas grandes cidades brasileiras, o custo do fator trabalho é bem mais alto do que esse custo nas regiões rurais.

- Há também os custos com a padronização e a embalagem, e também aqueles relacionados com a eliminação dos resíduos, a redução de desperdícios e a manutenção, em virtude da padronização e da comercialização das sobras.
- Nas grandes cidades, o acesso dos consumidores finais às hortaliças se dá em milhares de estabelecimentos: pequenos, médios, grandes e supermercados. Os gestores desses estabelecimentos comerciais dispõem de pouco tempo e estão à procura de vasta diversidade de produtos. Portanto, acessam um ou alguns poucos pontos de venda intermediária, onde compram hortaliças para revender, de acordo com determinada especificação ou padronização.
- As sobras da comercialização se tornarão desperdícios se não forem utilizadas imediatamente. Aliás, têm sido constatados grandes desperdícios. Quase sempre o valor do produto, antes de se tornar imprestável para consumo humano, é menor do que o custo de eliminar o desperdício. Por isso, é relativamente comum ceder as sobras a custo zero ou a custo muito baixo a transportadores que vão vendê-las em outras regiões. Outro método é destinar as sobras a instituições de caridade ou ao consumo animal. Muitas cidades pequenas e de porte médio são abastecidas pelas Ceasas localizadas nas grandes cidades, mesmo se existirem cinturões verdes no local. Um comerciante de Lavras, MG, cidade distante 400 km de São Paulo, ao ser questionado por que não adquiriria

hortaliças na própria cidade, afirmou: “[aqui] não encontro a diversidade e o padrão de qualidade [de] que necessito. Com duas horas de trabalho, além do tempo da viagem – 8 horas (ida e volta) –, compro tudo [de] que necessito na Ceagesp” (comunicação pessoal)¹.

- Como a colheita de hortaliças é de alto custo e requer curto tempo para ser realizada, pois as hortaliças são perecíveis, o arranjo da produção é de vital importância. Dessa forma, os cinturões verdes podem ser vistos como os melhores locais para se produzirem hortaliças, já que estão próximos dos mercados consumidores e da mão de obra. Como os dispêndios por hectare para produzir hortaliças são muito elevados, quando comparados, por exemplo, com a produção de grãos, a exigência em capital humano (disciplina e conhecimentos de como fazer) fica restrita a uma pequena parcela dos agricultores.
- Algumas hortaliças têm características de commodities, pois correspondem a uma enorme quantidade de consumo, tanto no mercado interno quanto no externo. Parte delas costuma ser industrializada e corresponde a esquemas financeiros específicos. Destacam-se, entre elas, o tomate, a batata, a cenoura e o melão. Essas hortaliças interessam à grande produção, e há, com efeito, grandes áreas e alguns produtores de porte dedicados a sua produção.

¹ Notícia fornecida por um comerciante, falando sobre local de compra de hortaliças em Lavras, MG.

Consequências das premissas

O propósito das Ceasas foi reunir, num único local, certa quantidade e diversidade de hortaliças e outros produtos consumidos no agregado urbano. Era parte da retórica, na época da sua criação, estabelecer um acesso direto entre produtores e consumidores. Porém, os atacadistas rapidamente dominaram esses entrepostos, frustrando a realização inicial desse propósito. De uma forma geral, as Ceasas vendem diretamente a consumidores, lojas e supermercados, e compram de agricultores, nos cinturões verdes e em outros locais de produção.

Os custos urbanos de padronização e eliminação dos resíduos dessa padronização induziram os atacadistas a comprar em regiões produtoras os produtos de que precisavam, já devidamente padronizados e embalados. Evoluiu-se em seguida para os contratos, que favoreceram a grande produção. Mas contratos também costumam ser feitos com um grupo de produtores pequenos que, em conjunto, alcança o nível de produção demandado. Os contratos podem ser escritos ou informais.

As vendas de hortaliças, frutas e outros produtos em bairros da cidade, nas feiras livres, em dias predeterminados, antecederam a criação das Ceasas. No entanto, as feiras livres costumam encontrar muitos obstáculos, impostos por normas regularmente ditadas pelas autoridades urbanas, tanto as sanitárias quanto as de limpeza pública. Ultimamente, a quantidade de hortaliças vendida em feiras é pouco relevante em comparação com o volume total de vendas.

Por sua vez, os supermercados passaram a ter papel relevante no comércio de hortaliças e frutas. Compram de atacadistas, de grandes produtores e diretamente dos cinturões verdes. A padronização é feita também no meio rural, e os contratos não são os únicos instrumentos de compra. As perdas tendem a ser muito mais reduzidas do que nas Ceasas, porque os supermercados, de uma forma geral, conhecem, com certa margem de segurança, a demanda dos consumidores. Tendem a substituir esses grandes entrepostos, como ocorreu na história dos sistemas alimentares dos Estados Unidos.

Os cinturões verdes são uma forma muito inteligente de organizar a produção, tanto em hortaliças quanto em frutas. Em parte, resolvem o problema de escala, favorecendo a pequena e a média produção. Favorecem tanto os vendedores quanto os compradores, quaisquer que sejam: atacadistas, supermercados ou consumidores individuais. A base de conhecimento coletivo é muito mais ampla, seja ela técnica, seja de mercados ou, então, do sistema financeiro. A assistência técnica, tanto pública quanto privada, é mais barata e mais eficiente.

Hortaliças e frutas do tipo commodities, quando um único estabelecimento rural explora uma grande área, não são produzidas nos cinturões verdes. Nesses casos, os contratos, as decisões de compra e venda e o financiamento da produção são baseados tão somente no produtor como indivíduo; ou seja, pouco se valem do coletivo. Em algumas espécies, esse tipo de ordenação da produção tem grande relevância.

Concentração da produção de hortaliças no Brasil



Convém salientar que, na atividade de produção de hortaliças, uma pequena área pode obter grande produção quando é empregada uma tecnologia sofisticada. Assim, classificar por área não nos interessa. É mais interessante classificar por valores em real. Alguns exemplos: em 2012, 1 ha de cebola teve um dispêndio total de R\$ 35.000,00, o que equivale a 17 ha de soja. Um hectare de tomate, R\$ 65.000,00, foi equivalente a 37 ha de soja. Um hectare de cenoura, R\$ 36.000,00, foi o valor correspondente a 18 ha de soja. Um hectare de uva, R\$ 61.000,00, correspondeu a 30,5 ha de soja.

O salário mínimo mensal de 2012 equivalia a R\$ 622,00. Considerando-se o dispêndio total do tomate, de R\$ 65.000,00, em salário mínimo de 2012, esse valor equivaleu a 104 salários mínimos. Admitindo-se que o valor da venda da produção corresponda a pelo menos R\$ 65.000,00, com 2 ha de tomate ter-se-ia uma renda bruta de mais de 200 salários mínimos. Ou seja, o estabelecimento de 2 ha de tomate pertenceria à classe de grande produtor, conforme discutido nas seções iniciais deste artigo; de uva, 2 ha seriam suficientes para enquadrar o produtor no mesmo grupo de grandes produtores; de cebola, equivaleria a 4 ha; e de cenoura, a 3,5 ha. A lição que os dados de custos ensinam é que a tecnologia moderna, apesar de ser dispendiosa, oferece condições para que pequenas áreas produzam volumes finais que transformem seus proprietários em grandes produtores.

Como a área é divisível, é possível, em tese, ter uma pequena área em produção, por produtor. E as áreas em produção com tecnologia moderna (e não o tamanho do estabelecimento) seriam as responsáveis pela concentração da produção. Aí, o fator dominante são as restrições com as quais o produtor tem lidado – algumas oriundas dos mercados, outras da localização do estabelecimento, e outras, ainda, do meio ambiente.

De início, cabe salientar que, em um mundo regido crescentemente por contratos – uns formais, outros nem tanto –, o volume de produção comanda as melhores condições e os melhores preços nos contratos. Embora as áreas sejam divisíveis, as vantagens nos contratos favorecem a grande produção.

Por fim, cabe indagar sobre as razões que levam o horticultor a aderir à pequena área para executar sua atividade. As seguintes razões podem ser aduzidas:

- Pertence ao cinturão verde, vende em conjunto com outros produtores e não quer correr grandes riscos de endividamento nos montantes mencionados acima, por ser avesso ao risco.
- O estabelecimento rural não dispõe de água suficiente para atender a áreas maiores.
- Está distante dos grandes mercados ou não tem acesso a eles.
- Não tem acesso à tecnologia e é um produtor individual.
- Não dispõe de recursos próprios e não tem acesso ao crédito rural do governo.

As restrições interagem com as forças de mercado e levam à concentração da produção, representada pelas hortaliças do tipo commodities. São aquelas de elevado dispêndio e de grande produção por unidade de área, ou seja, as transacionadas em grande escala, nas nossas grandes cidades. Muitas hortaliças destinam-se ao consumo local e regional. Nos âmbitos local e regional, as forças da concentração caminham infladas pelas restrições de mercado. Os que são deixados para trás – centenas de milhares de horticultores que se tornam retardatários – enfrentam a pobreza e não têm recursos para investir em preservação. Comando e controle existem para os infratores da lei. Se aplicados aos deixados para trás pela modernização, isso resultará em mais pobreza, atraso e revolta social, sem nenhum benefício para o meio ambiente. Por isso, é importante estabelecer uma distinção entre o criminoso e aquele que, por alguma razão, tropeçou na condução do negócio.

Considerações finais



no estabelecimento rural que se planta, colhe e vende; portanto, ele tem de ser economicamente sustentável. Quando isso ocorre, a família rural tem condições de fazer investimentos com visão de longo prazo e de manter seu estabelecimento sempre produtivo, ou seja, de praticar a agricultura sustentável, a qual, por sua vez, vai garantir o futuro do produtor. Os arranjos produtivos, em termos de produção e comercialização,

são mais favoráveis aos pequenos produtores. Desses arranjos participam os cinturões verdes e a proximidade dos compradores, quaisquer que sejam eles: supermercados, atacadistas e Ceasas. Pesa contra eles, nesse ramo de atividade agrícola, o elevado dispêndio por hectare. E a seu favor está a grande produção por unidade de área e a possibilidade de produzir em pequenas áreas, com níveis razoáveis de renda. No entanto, isso não significa que forças a favor da concentração da produção sejam mais fracas no campo das hortaliças. Significa que o pequeno agricultor dos cinturões verdes, tendo acesso a vários fatores – como preços mais elevados de venda de seus produtos, assistência técnica de boa qualidade, em ambiente de conhecimento coletivo privilegiado, inclusive quanto ao crédito rural, preços acessíveis de insumos e de outros produtos e garantia de assistência à família –, terá boa chance de tornar-se mais sustentável economicamente e, dessa forma, será capaz de investir em tecnologias mais sustentáveis.

Referências



ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. P. Lucratividade da agricultura. Brasília, DF. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, abr./jun. 2012.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>>. Acesso em: 11 maio 2015.



Considerações sobre a
sustentabilidade no controle de
doenças das hortaliças produzidas
em diferentes sistemas agrícolas

Carlos Alberto Lopes

Considerações sobre a sustentabilidade no controle de doenças das hortaliças produzidas em diversos sistemas agrícolas

Resumo

O controle fitossanitário no ramo da olericultura é muito complexo, em virtude da grande suscetibilidade das hortaliças a doenças. Em ambientes favoráveis à ação dos microrganismos parasitas, o controle das doenças de plantas requer uma combinação de medidas preventivas e curativas, em que, muitas vezes, os agrotóxicos não podem ser dispensados. No atual cenário olerícola nacional – caracterizado por cultivares pouco rústicas, desenvolvidas para atender a um mercado consumidor exigente em aparência do produto, por solos contaminados por cultivos contínuos, pelo inadequado controle fitossanitário de lavouras vizinhas e pela parca assistência técnica aos produtores –, os agrotóxicos são ainda essenciais à sustentabilidade econômica da grande maioria dos olericultores. A reconhecida utilidade desses agrotóxicos, entretanto, não pode servir de justificativa para seu uso indiscriminado. Por sua vez, o banimento imediato dos agentes químicos de controle de doenças, como sugerido pela parcela radical dos defensores da agroecologia, é atualmente utópico, pois comprometeria gravemente o abastecimento do mercado atual das hortaliças. Se alicerçada por boa ciência, a olericultura orgânica poderá se estabelecer definitivamente como prática sustentável, sob os pontos de vista econômico, ambiental e social. Seu apoio deve ser incrementado, pois dela certamente sairão soluções ambientalmente saudáveis, que poderão ser inseridas em sistemas convencionais de produção. Em situação de transição, por exemplo, a produção integrada, que privilegia as medidas culturais de controle fitossanitário, para ser menos dependente dos agrotóxicos, é vista como uma solução mais equilibrada.

Termos para indexação: agroecologia, agricultura orgânica, produção integrada, controle fitossanitário, olericultura.

Thoughts about sustainability on disease control of vegetable crops grown under different farming systems

Abstract

The phytosanitary management of vegetables is especially complex due to the high susceptibility of most of these crops to diseases. In environments favorable to the action of parasitic microorganisms, plant disease control requires integrated preventive and curative measures, frequently dependent on undesired, but necessary, chemical pesticides. In the present Brazilian scenario – characterized by mostly susceptible pesticide-dependent cultivars developed to meet a product-appearance market demand, soils infested through continuous crops, uncontrolled phytosanitary management on neighbor crops, and poor assistance to farmers –, the pesticides are still an essential input to the economic sustainability to the great majority of vegetable growers. The acknowledged usefulness of pesticides in some growing situations, however, cannot be used to legitimate their indiscriminate use. On the other hand, the immediate banning of pesticides, as suggested by the radical wing of the agroecological philosophy, is not viable since it can seriously jeopardize the vegetable supply to the population. If based in good science, the organic vegetable crops production might establish itself as a sustainable activity under the economic, environmental and social aspects. Organic production support must be warranted not only for its own success, but also for providing environmental friendly technical solutions to the conventional production systems. The integrated production system, which privileges the non-chemical cultural measures for pest control, is taken as an balanced solution during the slow, but solid scientifically based construction of techniques towards sustainability of food production.

Index terms: agroecology, organic farming, integrated production, plant disease control, vegetable crops.

Introdução



agricultura orgânica está em alta faz algum tempo. Seu mote baseia-se nas suas indiscutíveis vantagens para uma alimentação humana saudável, na sua potencialidade econômica para atender a um nicho de mercado crescente e nos benefícios ambientais, respaldados na exploração da terra sem o uso de poluentes químicos. Especula-se até que ela dominará a agricultura do futuro (MACILWAIN, 2004). Nada mal para um já desgastado, porém louvável, discurso do “economicamente viável, ecologicamente saudável e socialmente correto”. Tudo a ver com o conceito de sustentabilidade adotado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (conhecida como Comissão Brundtland), segundo a qual “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1988, p. 46).

A sustentabilidade da olericultura será aqui discutida em seus atributos de produtividade, os quais, por seu turno, estão intimamente ligados à dimensão econômica, e é mais fácil de ser avaliada ao permitir a continuidade da atividade agrícola, em curto e médio prazos, por parte dos olericultores.

Seja por questão de oportunismo, seja por autêntica preocupação, a sustentabilidade na agricultura tem sido explorada de várias maneiras e movida por diversos interesses, algumas vezes de forma equilibrada,

com recomendações técnicas claras sobre procedimentos sustentáveis, a exemplo da publicação do Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar) (2015), outras vezes com foco exageradamente alarmista, como nas duas versões do filme *O veneno está na mesa*, de Silvio Tendler¹. Conquanto seja importante alertar a população sobre o uso abusivo dos agrotóxicos e seus efeitos nocivos sobre a saúde, nem por isso se pode chamar de irresponsáveis todos os produtores que usam agrotóxicos.

A agricultura orgânica em evidência



Em contraposição ao crescente uso de agroquímicos ao longo das últimas décadas no Brasil, surgiram propostas de alternativas de cultivo para a “recuperação” da agricultura. Entre elas, a agricultura orgânica é a mais conhecida em nosso país, pois é a mais exposta ao público em feiras e supermercados, e até mesmo apoiada por uma lei que dispõe sobre o tema. Nela são acomodadas todas as outras formas de agricultura regenerativa (sensu Lutzemberger).

De acordo com a Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003), considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a

¹ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=8RVAgD44AGg> e <https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>.

maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase dos processos de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

[...] § 2º O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta lei.

É inegável o interesse do atual governo em apoiar os “orgânicos”, ainda mais quando esses têm forte vínculo com a agricultura familiar, outra inquestionável prioridade do atual governo. Nem é extemporâneo discutir esse assunto, especialmente em tempos em que nossa gigantesca produção de grãos colabora para manter baixos os preços dos alimentos e, juntamente com a produção de etanol, gera divisas, certamente com alto custo ambiental, como praticamente toda atividade econômica em nosso planeta, em especial a agricultura.

Certamente o uso abusivo dos agrotóxicos incomoda muito, mesmo que sua recomendação seja constantemente atrelada a campanhas educativas das boas práticas de cultivo. E é nesse cenário que foi criada a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo), recentemente instituída pela Presidência da República, pelo Decreto nº 7.794 (BRASIL, 2012).

A Pnapo tem o objetivo de: “integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis”.

Sem entrar no mérito dessa bem intencionada política, embora extremamente complexa, é estratégico analisar a crescente onda da agricultura orgânica e da ainda pouco entendida agroecologia. Sem intenção de privilegiar qualquer ideologia ligada a formas de conduzir a agricultura, serão aqui comentados alguns aspectos de produtividade e qualidade ligados às doenças de origem biótica das hortaliças, ou seja, aquelas causadas por organismos vivos, no caso microrganismos parasitos, que constituem um grande desafio para o segmento da olericultura orgânica. Quem lida com a agricultura sabe que cultivar grãos, normalmente mais rústicos e colhidos secos, é muito mais fácil do que colher hortaliças e frutas; essas, por conterem, em sua composição, maior teor de umidade, são mais sensíveis ao ataque de doenças, as quais, por sua vez, interferem na produtividade e no valor cosmético do produto.

A dependência dos agrotóxicos



tentando controlar as doenças com potencial destrutivo de suas lavouras, conduzidas sob grandes riscos e altos investimentos, que os olericultores convencionais, em

especial os que cultivam grandes áreas, ganham injustamente a fama de vilões por parte da sociedade (ver versões de *O veneno está na mesa*), ao usarem os agrotóxicos como ferramentas complementares de controle. É bom lembrar que a grande maioria desses produtores age de forma legal ao utilizar produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e ao seguir as recomendações de seu uso seguro, obedecendo a doses, períodos de carência e uso de equipamentos de proteção individual no momento da sua aplicação.

As análises de resíduos de agrotóxicos em alimentos, realizadas periodicamente pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), agência do Ministério da Saúde, são uma ferramenta poderosa para distinguir os maus produtores, ou seja, aqueles que fazem uso abusivo dos agrotóxicos, daqueles que agem de acordo com as boas práticas de cultivo. O aperfeiçoamento contínuo dessas análises proporcionará meios para distinguir os produtos seguros daqueles que realmente colocam em risco a saúde da população. O que não é certo é tomar uma posição radical de considerar como vilão qualquer agricultor que use agrotóxicos. Ademais, não é correto condenar uma tecnologia quando não se dispõe de outra para substituí-la a contento.

O risco decorrente do uso de alimentos produzidos com agrotóxicos é real, assim como é real uma série de outros riscos que assumimos na vida, como andar de avião. O que conta é o balanço do benefício/custo e a possibilidade de termos uma opção entre o alimento orgânico e o não orgânico, obviamente seguro. A ciência tem de oferecer meios para manter

essa dualidade, com isenção de preferências. O fato é que já está mais do que na hora de parar de insistir no simplismo de debater extremos: de um lado, gente afirmando que estamos comendo veneno e, de outro, gente alertando que vai faltar alimentos em caso da abolição do uso de agrotóxicos.

A contribuição da ciência



Os desafios de produzir alimento bastante para atender às necessidades da população mundial que não para de crescer, e mantendo o menor impacto ambiental, nos leva a gerar e divulgar resultados obtidos com ética e rigor científico, em busca de soluções equilibradas, com inovação tecnológica para o bem da sociedade, independentemente de interesses econômicos e ideológicos. Isso se faz com a verdadeira ciência, ou seja, aquela que serve indistintamente a todos. A influência de uma pseudociência, qualquer que seja a posição que ela assuma – a favor ou contra o emprego de agrotóxicos –, não pode ser aceita sob quaisquer pretextos, para perpetuar os empirismos que costumam servir a interesses eticamente questionáveis.

Concordemos ou não, essa geração de cientistas em final de carreira, formada principalmente na década de 1970, deixa o legado da Revolução Verde, e não cabe aqui contestar sua opção pela produção de alimentos baseada em uma “agricultura moderna”, altamente dependente de insumos químicos, postura, aliás, coerente com o agronegócio de um país em

desenvolvimento, inserido num sistema capitalista com grande influência norte-americana.

No debate dos extremos, algumas perguntas se repetem, principalmente por parte dos que defendem a agricultura moderna:

- Como é possível controlar as doenças de plantas (neste caso, as hortaliças) em cultivos orgânicos sem a utilização de agrotóxicos convencionais (químicos), em regiões e épocas favoráveis a doenças, usando cultivares nem sempre adaptadas ou resistentes, e com o baixo grau de tecnificação, característico da maioria das lavouras? Duas questões críticas ao controle fitossanitário na agricultura orgânica têm sido a baixa confiança na eficácia de muitos produtos recomendados para tal fim, às vezes com formulações secretas, protegidas em verdadeiras “caixas-pretas”, e a falta de padronização de alguns desses produtos, como os bokashi. Além disso, há um problema conceitual, pois, de acordo com o Decreto nº 6.913 (BRASIL, 2009), existem “produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica”, ou seja, aqueles contendo exclusivamente substâncias permitidas, em regulamento próprio, para uso na agricultura orgânica. Esses produtos, de acordo com o Decreto nº 4.074/2002 (BRASIL, 2002), que regulamenta a Lei nº 7.802 (BRASIL, 1989), que dispõe sobre o uso de agrotóxicos, não deixam de ser agrotóxicos.

O Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Nesse decreto, agrotóxicos e afins são definidos como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados, como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

- Por quanto tempo se consegue fazer agricultura orgânica sustentável explorando a mesma área ou região, sujeita a infestações recorrentes, em um país, que, sendo tropical, não se beneficia da quebra natural climática de ciclos de pragas e patógenos?
- Onde buscar assistência técnica especializada, consolidada e disponível, se os próprios serviços de extensão rural estão sucateados, praticamente substituídos por agentes ligados à comercialização de agrotóxicos?
- É possível implementar uma agricultura regenerativa (sensu Lutzemberger), altamente dependente de mão de obra, em áreas onde o êxodo rural é uma constante?

Nesse contexto, sugerimos que, assim como um veneno só atua como tal a depender da dose administrada, as ações políticas (e técnicas?) sejam também dosadas, sob pena de deteriorarem o estado clínico do “paciente” ou causarem dependência do “medicamento”, em vez de combaterem o mal diagnosticado. Tendo como pano de fundo a sustentabilidade, algumas considerações associadas com a sanidade das hortaliças merecem reflexão:

- A grande massa do consumidor brasileiro está acostumada a comprar hortaliças (e frutas) valorizando-as, acima de tudo, pelo seu aspecto cosmético, rejeitando sumariamente produtos manchados, furados ou com outros defeitos.
- Embora existam cultivares de espécies olerícolas resistentes a várias doenças, um controle eficaz nem sempre é possível pelo uso exclusivo dessa tecnologia. É bom lembrar que a quase totalidade das cultivares disponíveis no mercado de sementes foi desenvolvida com o fito de se obter maior produtividade e melhor aparência, e não para ser rústica e bem adaptada ao clima tropical.
- Invernos rigorosos e estações climáticas bem definidas em países de clima temperado eliminam ou reduzem drasticamente a população de patógenos de solo ou interrompem o ciclo de vida de patógenos da parte aérea, com seus eventuais vetores (especialmente insetos). Esses eventos, porém, são específicos de pouquíssimas regiões no nosso país.

- A rotação de culturas com gramíneas e o pousio, práticas de alta eficácia para o controle de doenças associadas ao solo, nem sempre são economicamente viáveis em pequenos estabelecimentos rurais onde predomina a agricultura orgânica.
- A carência de informações de pesquisa localizada e sistêmica, até certo ponto justificável, consideradas as complexidades física, química e biológica dos solos brasileiros e as diversidades climáticas e de manejo nos estabelecimentos rurais, dificulta sobremaneira a elaboração de recomendações técnicas para os produtores. Assim, tecnologias desenvolvidas em um agroecossistema orgânico dificilmente podem ser utilizadas em outros sistemas.
- O controle integrado de pragas (que valoriza as práticas culturais preventivas de controle para reduzir a necessidade do uso de agrotóxicos) é complexo e tem sido executado de maneira eficaz, mas somente por um limitado número de produtores, que detêm alta qualificação técnica. Ademais, a carência da assistência técnica oficial compromete seriamente os programas de produção orgânica vinculados à agricultura familiar.
- A proximidade física entre campos de agricultura (convencional ou orgânica) pode inviabilizar tecnicamente a produção orgânica, pela fácil disseminação de propágulos e vetores de patógenos de uma propriedade para outra. Os patógenos e seus vetores não respeitam

leis, cercas ou avisos; a política de boa vizinhança requer complexas intervenções de âmbito social.

- Para serem economicamente competitivos no atendimento de seu crescente mercado, produtores da agricultura orgânica são pressionados a produzir sem respeitar sazonalidades, em volume e qualidade compatíveis com as demandas dos exigentes consumidores urbanos, os quais nem sempre estão conscientes das dificuldades e limitações desse sistema de produção.

Considerados os aspectos acima relatados, verifica-se que, embora indesejáveis, os agrotóxicos continuam a ser um mal necessário, pelo menos para garantir a produção de algumas espécies em determinadas épocas do ano. Os grupos que se batem por uma produção essencialmente agroecológica, ou seja, que rejeitam sumariamente o uso de agroquímicos, acabam por induzir perdas significativas aos agricultores, por não lhes fornecerem tecnologias alternativas confiáveis, que assegurem a redução de riscos pelo ataque de doenças, as quais frequentemente frustram safras e levam o produtor a abandonar a atividade.

A propósito, chama a atenção o depoimento do senhor João Pedro Stédile, em entrevista concedida ao *Terramérica*, ao afirmar que o Brasil não precisa de venenos:

Ainda é possível que vários pequenos produtores rurais em algumas regiões utilizem esses produtos. Contudo, são insignificantes os agricultores assentados que usam venenos. É possível manter a mesma

produção agrícola de alimentos que o Brasil consome sem usar nenhum quilo de veneno. Existe conhecimento científico para deixar de usar tais venenos, e há superfície e mão de obra para cultivar no Brasil. Essa é a grande contradição do agronegócio. A que não consegue produzir sem veneno é a grande propriedade, porque substituiu a mão de obra pela máquina, enquanto a agricultura familiar e a reforma agrária têm essa vantagem².

Não há melhor resposta às palavras do senhor Stédile do que as oportunas observações de Jakubaszko et al. (2005), de que a ideologia é normalmente simplista, contrapondo-se à complexidade dos processos biológicos.

A busca do equilíbrio



Retomando o tema da agricultura orgânica e das doenças que a atormentam, cumpre lembrar que tecnicamente nem sempre está claro o que pode ou não ser usado nela para o controle fitossanitário, sobretudo com base na definição de agrotóxicos, independentemente dos aspectos técnicos e filosóficos que norteiam as agências certificadoras. Por exemplo, no caso do Iapar (2015), o uso de caldas à base de enxofre é permitido na agricultura orgânica, mesmo sendo essa calda considerada um agrotóxico. Seu maior mérito, no entanto, é focar na valorização das medidas culturais e preventivas de controle, mantendo os patógenos fora da lavoura e, ao mesmo tempo, preparando a planta e o

² Notícia fornecida pelo senhor João Pedro Stédile ao *Jornal Terramérica*, São Paulo, 2003.

ambiente para que esses patógenos, caso cheguem à lavoura, não encontrem condições de se estabelecerem e de se multiplicarem a ponto de comprometer a produção e a qualidade dos produtos. E são exatamente essas medidas preventivas que a filosofia do controle integrado (ou manejo integrado) propõe incorporar na oleicultura convencional, de modo a retardar ou mesmo dispensar o uso dos agrotóxicos.

Além das tecnologias atualmente em uso nessa atividade, não se pode negligenciar o avanço da ciência em busca de produtos menos poluentes ou menos tóxicos, como os princípios ativos naturais, a exemplo das estrobilurinas e dos indutores de resistência em plantas.

As estrobilurinas formam um grupo de fungicidas considerado de baixo risco, tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente. São produzidas na natureza por fungos do gênero *Strobilurus* para se defenderem contra outros microrganismos presentes no nicho ecológico (plantas em apodrecimento) de onde retiram seus nutrientes.

Indo além, não há por que excluir, de forma ideológica, os transgênicos, como se todos fossem originados de eventos genéticos similares e com perspectivas de criação de monstros ou formas ameaçadoras ao equilíbrio ambiental e econômico. Por exemplo, a incorporação de um gene de resistência a uma doença que, por meios naturais, levaria mais de 10 anos para alcançar resultado, poderia ser realizada por transgenia em 2 ou 3 anos, e, assim, ser de grande utilidade para a agricultura orgânica. Isso certamente depois de serem rigorosamente analisados seus eventuais riscos toxicológicos e ambientais. Por que, então,

simplesmente considerá-los vilões, e não aliados, para a mesma causa, que é a de alimentos de boa qualidade e em abundância, em um sistema sustentável?

Os defensores conscientes da agricultura orgânica devem se preocupar com que a agricultura orgânica não fique associada a um atraso tecnológico, ao renegar novas tecnologias. Quando necessário, eles devem promover a quebra de paradigmas, desde que essas novas tecnologias possam se tornar aliadas, na busca de uma agricultura econômica e ambientalmente equilibrada. Sem dúvida, as implicações seriam muito mais de fundo ideológico do que técnico, ambiental, social ou econômico; afinal, algumas das novas tecnologias podem ser formulações comercializadas em grande escala. Para compensar, isso representaria uma grande conquista para os inseguros produtores orgânicos ou em fase de transição agroecológica, que veriam seus riscos amenizados e garantida a oferta de produtos, resultando em maior número de atores inseridos permanentemente no sistema. Conforme mencionado por Jakubaszko et al. (2005), “o agricultor é conservador por natureza, mas inovador por necessidade”; portanto, ele espera inovação tecnológica para ajudá-lo a resolver velhos e novos problemas fitossanitários e “salvar” sua lavoura. Na situação atual – que se caracteriza por oferta inconstante, má apresentação da maioria dos produtos ofertados, poucos produtores se sustentando na atividade, carência de assistência técnica e insegurança sobre a sanidade de sementes orgânicas –, a agricultura orgânica tenderá a ser elitizada. Perderá, então, espaço para a também crescente onda da produção integrada, cuja premissa básica é que, ao se permitir o uso, naturalmente racional, de agrotóxicos, aumentam-se as possibilidades de ofertar maiores volumes de produtos, também mais saudáveis, a uma sociedade cada vez mais

consciente e exigente em aparência e qualidade, e com preços mais acessíveis.

Controle integrado (ou manejo integrado) é conceituado de várias maneiras. Em qualquer um deles, entretanto, estão implícitas as ideias de integração e manejo. A integração refere-se ao uso harmônico de táticas distintas e complementares de proteção de plantas e ao manejo do conjunto de informações (técnicas, econômicas, sociais e ambientais) que orientam a tomada de decisão (inclusive a aplicação de agrotóxicos), com o objetivo de manter a população do organismo nocivo abaixo de um limiar de dano econômico (KOGAN, 1998).

Essa disputa entre a agricultura orgânica e a produção integrada felizmente se intensifica, ambas vislumbrando um futuro para uma agricultura menos dependente de agrotóxicos, por meio da adoção de medidas restritivas e principalmente educativas. Levará vantagem a que der preferência à tecnologia e ao empenho dos produtores em promover um desenvolvimento sustentável, com produtividade associada a alimentos seguros e menores riscos de produção, em vez de privilegiar discursos politicamente corretos, até mesmo aqueles divulgados nos programas de governo.

Referências



BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 jan. de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm>. Acesso em: 26 jun. 2013.

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de ago. 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 ago. 2012. Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/1865195/1375884509/name/http___www.in.gov.pdf>. Acesso em: 15 maio 2013.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm>. Acesso em: 15 maio 2013.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jul. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm>. Acesso em: 13 jun. 2012.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Agricultura orgânica**. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/agricultura_organica.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2015.

JAKUBASZKO, R.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; GAZZONI, D. L.; KITAMURA, P. C. **Marketing da Terra**. Viçosa: Ed. da UFV, 2005. 280 p.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

MACILWAIN, C. Organics: Is it the future of farming? **Nature**, v. 428, p.792-793, 2004.



Sustentabilidade e transformações
produtivas e tecnológicas
na agricultura: é preciso
ampliar o debate

Maria Thereza Macedo Pedroso

Sustentabilidade e transformações produtivas e tecnológicas na agricultura

Resumo

Faz um bom tempo que uma série de expressões – “desenvolvimento sustentável”, “agricultura sustentável”, “agricultura familiar”, “inovação tecnológica” e “análises de políticas públicas” – foi incorporada a toda sorte de discursos e documentos que tratam da área da pesquisa agropecuária. Pecando pela superficialidade e pela imprecisão, já que seus usos, sem o devido lastro teórico, não esclarecem a contento seus significados e conceitos, essas expressões geram, conseqüentemente, confusão analítica. Este artigo, ao mesmo tempo que alerta sobre o uso superficial de tais expressões, propõe-se a debater cada uma delas.

Termos para indexação: desenvolvimento sustentável, agricultura sustentável, agricultura familiar, inovações na agricultura.

Sustainability and technological and productive transformations in agriculture

Abstract

Terms and expressions such as “sustainable development”, “sustainable agriculture”, “family farming”, “technological innovation” and “analysis of public policies” are nowadays fashionable and were incorporated into all sorts of speeches and documents in agricultural research area. Sinning by superficiality and imprecision, since their uses without proper theoretical ballast do not explain satisfactorily their meanings and concepts, these expressions consequently generate analytical confusion. This article at the same time calls attention on this superficial use of these expressions and offers an initial debate on each of them.

Index terms: sustainable development, sustainable agriculture, family farming, innovations in agriculture.

Introdução



Um dos objetivos acordados entre os autores desta coletânea foi facilitar, tanto quanto possível, a compreensão de temas específicos de análise e discussão, de forma a abarcar um amplo grupo de leitores. Para tanto, restringiu-se a linguagem excessivamente técnica, em benefício de um texto de fácil compreensão e didático, mas sem deixar de lado a qualidade analítica. Em síntese, não se trata de publicação destinada exclusivamente a especialistas. O que se pretende mostrar ao leitor comum é como diversos esforços em Agronomia e seus subcampos produzem resultados na direção de uma agricultura que preserva recursos naturais, enquanto viabiliza o aumento da produtividade geral e, assim, “produz mais com menos”. Além disso, se for o caso, em certos temas – ainda emergentes e, portanto, sujeitos a debates mais amplos –, os artigos atendem aos objetivos da Série da Embrapa que acolhe a coletânea, e são, de fato, “temas para discussão”.

A despeito de os temas aqui sugeridos serem geralmente discutidos por autores das Ciências Sociais, não se recorre exageradamente ao jargão de tais disciplinas, evitando, da mesma forma, o excesso de academicismos, típicos dos artigos científicos dessas áreas do conhecimento, como notas de rodapé e abundância de suporte bibliográfico.

O texto está dirigido, sobretudo, à análise de cinco expressões que passaram a fazer parte obrigatória de um discurso oficial (ou, como outros enfatizariam,

uma “narrativa dominante”), as quais foram tornadas de uso compulsório por diversos praticantes, quer sejam eles do campo científico, quer não. Parte-se de uma premissa que parece ser verdadeira e correspondente aos fatos: não existiria ainda uma discussão ampla e aprofundada que garantisse uma compreensão relativamente alicerçada por todos aqueles que usam tais expressões (ou abusam delas). Por isso, o objetivo principal deste artigo é apresentar uma curta introdução a esse subconjunto da “nova linguagem”, pelo menos apontando alguns aspectos considerados essenciais em seus significados e de acordo com a literatura que é geralmente mais utilizada pelos estudiosos. A escolha dos termos é, por certo, arbitrária, embora procurando pelo menos atender à inusitada frequência que caracteriza a sua utilização na literatura relativa aos últimos anos. Por isso, depois desta Introdução e precedendo as Considerações Finais, são apresentadas sintéticas reflexões sobre o quinteto escolhido: a) desenvolvimento sustentável; b) agricultura sustentável; c) agricultura familiar; d) inovações tecnológicas na agricultura; e e) análise de políticas públicas.

É necessário, preliminarmente, enfatizar o fato de serem todas essas expressões problematizáveis. Embora em voga e largamente utilizadas em diversos documentos (e até mesmo em artigos científicos), elas carecem de sentido. Embora todas já tenham um lastro teórico e empírico razoavelmente abrangente, seu uso, sem uma certeza explicativa mais robusta, poderá gerar confusões analíticas e desacertos conceituais que confundem ainda mais os debates sobre o estado atual e o futuro das atividades produtivas agropecuárias, das regiões rurais e, em especial, das

famílias rurais envolvidas nessas formas de ocupação. Uma das razões principais para essa cacofonia interpretativa deriva do campo multidisciplinar que informa principalmente (mas não exclusivamente) as cinco expressões acima referidas. Esse campo é o das Ciências Sociais (formado, em especial, pela Economia, pela Sociologia, pela Antropologia, pela Ciência Política e pela Demografia), cujas histórias científica e institucionalizada diferem significativamente das chamadas Ciências Naturais. As Ciências Sociais, particularmente, são marcadas pela radicalidade, por um histórico padrão de dissenso teórico, sempre implicando escolhas prévias entre diversas alternativas explicativas. E quase sempre são escolhas imbricadas por visões de mundo. Ou seja, as escolhas analíticas, os métodos e as teorias são diretamente afetados por preferências subjetivas de seus autores em relação às suas leituras pessoais sobre os diversos processos, quaisquer que eles sejam (econômicos, sociais, culturais ou políticos).

Nas Ciências Sociais, diz-se que essa é uma superposição inevitável, que torna o objeto de análise (o que vai ser analisado) uma parte não destacável do sujeito da análise – aquele que realiza a interpretação com base na sua escolha teórica. Por isso, a busca incessante, senão impossível, da neutralidade científica, nas Ciências Sociais, requerer artifícios metodológicos mais complexos e sofisticados, entre os seus praticantes, para alcançar resultados explicativos mais próximos da realidade dos fatos a serem analisados. Se a neutralidade científica é quase impossível de ser obtida nas práticas de pesquisa dos cientistas sociais, pela intransponível barreira de afastar as

“visões particularistas de mundo” e a inevitável superposição entre sujeito e objeto de análise, o fato não deve se confundir, contudo, com a neutralidade ética. Essa, sim, pode ser perfeitamente apreendida pelos estudiosos das Ciências Sociais e servir como guia imperativo em seus trabalhos, e jamais pode deixar de existir claramente em qualquer programa de pesquisa que busque rigor científico. No caso das cinco expressões citadas, essa “zona escura” é encontrada com frequência, pois muitos autores não se preocupam em manter uma precaução ética em relação aos temas de sua discussão – eles, muitas vezes, sem qualquer disfarce, não escondem suas preferências particulares sobre os destinos da sociedade e seus caminhos (sobretudo as preferências políticas), afastando-se, assim, dos fatos empíricos.

José de Souza Martins, autor de vastíssima e consagrada obra sociológica, assim se expressou sobre essa cautela metodológica que deveria guiar os autores que trabalham nesses campos disciplinares:

[...] não há ciência sem a neutralidade ética do cientista [...] num clima de paixões políticas exacerbadas [...] a falta dessa cautela faz do cientista um ideólogo e, frequentemente, um ideólogo pífilo. Se há implicações políticas no conhecimento científico, como há, especialmente nas Ciências Sociais, é necessária a cautela adicional de distinguir entre o político e o partidário. O partidário, não raro, entre nós, restringe e empobrece o alcance daquilo que tem implicações políticas na ação social, porque imediatista, referido a interesses partidários e não a um projeto de nação (MARTINS, 2013, p. 89).

A advertência desse autor, estudioso das práticas sociais correntes na sociedade brasileira, tem

sinais variados e significativos para um campo específico do trabalho humano – o da ciência e dos rituais da produção do conhecimento. Martins (2013) alerta para a necessidade de os autores esforçarem-se arduamente para saber separar suas visões específicas e subjetivas sobre a vida social, especialmente sobre o mundo da política e das relações de poder. Para isso, devem se valer de diversas salvaguardas, entre elas o enraizamento sólido em arcabouços teóricos e metodológicos, para evitar erros primários de aproximação aos objetos de estudo a partir das lentes da particularidade ou do senso comum. Em especial, evitar que a reflexão científica não seja distinta da mera retórica que caracteriza a superficialidade das leituras sobre o mundo e seus processos. A retórica, muitas vezes, por estar profundamente entranhada nos aspectos mais subjetivos e particularistas, acaba se transformando em interpretação estritamente pessoal e vazia de qualquer conteúdo científico. Outras vezes, contudo, a retórica se espalha e, embora ainda repercutindo o senso comum, atende também aos interesses políticos daqueles que detêm o poder.

Um exemplo notório do uso nocivo da retórica travestida de ciência, construída para atender aos objetivos políticos maiores de um grupo no poder, é representado num famoso evento na história da ciência. Trata-se do caso de Lysenko, na antiga União Soviética, cuja descrição pioneira foi apresentada por um dissidente daquele regime, o russo Zhores Medvedev (MEDVEDEV, 1969). Foi uma farsa cujo objetivo era confrontar os inimigos políticos daquele antigo regime. Para isso, foi elaborada por Lysenko uma “genética oficial” (supostamente uma genuína

criação soviética), em contraposição à história da gênese e do desenvolvimento da genética, que vinha se concretizando notadamente nos países ocidentais. Esse é um relato já estudado, e um brevíssimo, mas um iluminador comentário a respeito foi apresentado por Walter Colli, um respeitado cientista uspiano, responsável, entre inúmeros trabalhos e pesquisas, pelo estudo da interação entre o protozoário causador do mal de Chagas e sua célula hospedeira. Seu artigo, intitulado *Agroecologia e ciência, um paralelo histórico* (COLLI, 2013), sintetiza os aspectos principais do infamante caso do pesquisador russo que foi capaz de dobrar-se às imposições doutrinárias de um regime político, abandonando os cânones da ciência. Esse é o caso clássico, na história da ciência, da incapacidade de um conjunto de pesquisadores, animados pelas imposições de uma doutrina política dominante, de proceder à separação entre as práticas e os rituais convencionais da ciência e a imposição ideológica.

Ademais, é também relevante ressaltar que, nas Ciências Sociais, ampliou-se o grau de complexidade exigido pela interpretação dos processos analisados, principalmente no mundo moderno, impedindo análises de fácil e imediata linearidade. A lógica cartesiana e suas relações de causa e efeito são praticamente impossíveis de ser concretizadas nas atividades científicas que interpretam os fenômenos cobertos pelas disciplinas que formam as Ciências Sociais. Por isso, reforça-se sempre a importância crucial de estabelecer, para cada uma das expressões aqui discutidas, uma brevíssima reflexão, mesmo que meramente introdutória, fugindo de discussões canônicas, mas oferecendo, pelo menos, uma noção preliminar sobre as expressões

selecionadas. Em síntese: oferecer um debate inicial, ainda que mínimo, acerca do tema. Dessa forma, o objetivo principal deste artigo é alertar o leitor sobre a possibilidade do uso superficial e equivocado dessas expressões, o que poderia gerar confusões conceituais ou interpretações distantes da realidade dos processos e fenômenos cuja análise é pretendida.

Desenvolvimento sustentável



Essa expressão combina dois termos que condensam vastíssimas controvérsias. O tema do “desenvolvimento” emergiu logo após a Segunda Grande Guerra e foi motivado (particularmente a partir do final da década de 1950) pelos processos de descolonização e desafios apresentados às novas nações sobre seus projetos de desenvolvimento. É tema que gerou imensa bibliografia.

Por sua vez, o termo “sustentabilidade”, embora bem mais recente, provavelmente já ostenta acervo bibliográfico similar. Desta vez, a motivação principal tem sido animada pela percepção da finitude dos recursos e, também, pela sensação de o mundo ter organizado um padrão civilizatório que, em larga proporção, seria insustentável, pois estaria ancorado em premissa que não seria verdadeira, pois que a maior parte dos recursos e matérias-primas se esgotaria em algum prazo conhecido. Aproximadamente na mesma época em que surgiu o termo “sustentabilidade”, o

fenômeno das mudanças climáticas também emergiu e, dessa forma, adicionou mais controvérsia ao debate, por reforçar, ainda mais, a sensação sobre a potencial insustentabilidade da forma civilizacional que foi se tornando dominante em todo o mundo.

Em face da quase infinita abrangência da bibliografia que discute os dois termos, nesta parte será utilizado brevemente o conjunto das reflexões de um autor brasileiro que vem se dedicando ao tema durante um longo período e tem acumulado uma bibliografia própria, que alcança respeitabilidade nos meios acadêmicos. Trata-se do economista e professor da Universidade de São Paulo (USP) José Eli da Veiga. Diversos dos seus trabalhos mergulharam nos meandros históricos e analíticos das duas expressões e, por isso, suas conclusões, extraídas de dois livros de sua autoria, serão utilizadas nesta parte.

Ante tal desafio, a autora deste artigo se valerá de esforço maior (PEDROSO, 2013), o qual é resumido nesta seção. Para tanto, os dois livros de Veiga referidos são instrumentais, pois o autor analisa, detalhada e separadamente, as duas partes da expressão “desenvolvimento sustentável”; posteriormente, discute seus conteúdos e significados, quando combinados os dois termos (VEIGA, 2008, 2010). Usar-se-á nesta parte a mesma lógica do autor.

Segundo José Eli da Veiga, a palavra “desenvolvimento”, em um primeiro momento, foi interpretada como sinônimo de crescimento econômico, tendo sua mensuração sido feita por meio de indicadores quantitativos, como a renda per capita e o produto interno bruto (PIB).

Esse consenso inicial, contudo, foi logo desfeito. Em oposição, um segundo grupo de economistas logo se formou, que passou a criticar ferrenhamente essa primeira interpretação, sugerindo que os discursos sobre o desenvolvimento, de fato, não passavam de ilusão, mito ou até mesmo constituiriam manipulação exercida por certos setores capitalistas, com o intuito de manter suas formas de exploração nas relações comerciais ou suas possibilidades de acesso e extração de recursos naturais.

Depois, foi formado um terceiro grupo de economistas, que refutou os dois lados. Passou a defender a ideia de que o crescimento econômico não se traduzia necessariamente em maior acesso de populações pobres a bens materiais. Essa terceira visão foi constituída em um período mais recente e encontrou forte apoio empírico a partir da década de 1990, quando a Organizações das Nações Unidas (ONU) passou a divulgar o índice de desenvolvimento humano (IDH), um parâmetro que não se restringe às mensurações de renda, enterrando definitivamente a perspectiva de que desenvolvimento é equivalente apenas a crescimento econômico. Essa terceira perspectiva defende a tese de que o desenvolvimento é uma combinação do fator econômico com outros fatores igualmente importantes, como educação e saúde.

Em debate ainda mais recente, que introduziu os impactos da globalização e seu debate, a partir da década de 1990, o tema da desigualdade emergiu com mais força analítica. Com efeito, inúmeros trabalhos vêm demonstrando que o padrão contemporâneo do desenvolvimento capitalista reforça, entre os países,

mas também no interior de praticamente todos os países, a desigualdade social. Provavelmente, nos anos vindouros, o tema do desenvolvimento enfocará, prioritariamente, a natureza dos processos que aprofundam a assimetria econômica e social entre os grupos e as classes sociais.

A palavra “sustentável”, por sua vez, tem sido mais discutida em dois campos científicos: a Ecologia e a Economia. Mas, por enquanto, apenas a Ecologia determinou claramente as fronteiras analíticas do tema. Para a Ecologia, sustentabilidade significa a capacidade que tem um sistema de enfrentar distúrbios mantendo suas funções e estrutura. Isto é, sua habilidade de absorver choques, adequar-se a eles e, até mesmo, deles tirar benefícios, por adaptação e reorganização (VEIGA, 2008). No entanto, para a Economia, existiriam diversas interpretações que disputam entre si a primazia das interpretações correntes. Veiga identifica três grandes conjuntos de esforços analíticos e teóricos sob a ótica da Economia: o primeiro dos esforços parte de uma perspectiva convencional; o segundo, de uma perspectiva ecológica; e o último procura uma terceira via de entendimento sobre o problema.

De uma forma muito geral e superficial, pode-se dizer que a ideia do grupo do campo convencional é simbolizada por um gráfico com uma curva na forma de “U invertido”, relacionando crescimento econômico e degradação ambiental, significando que, após um início negativo com relação ao aspecto ambiental, existiria uma recuperação a partir de um determinado patamar de desempenho econômico.

A ideia é a de que é preciso, primeiramente, crescer economicamente, mesmo havendo prejuízos ao meio ambiente, para, depois, recuperar os impactos ambientais. A perspectiva “ecológica” é inspirada na lei da termodinâmica, que afirma que as atividades econômicas transformam gradualmente energia em formas de calor tão difusas, que são inutilizáveis. A energia está sempre passando, de forma irreversível e irrevogável, da condição de disponível para a de não disponível. Quando utilizada, uma parte da energia de baixa entropia (livre) torna-se de alta entropia (presa). Um exemplo seria a extração da baixa entropia contida no carvão e no petróleo, exigida pelo crescimento econômico moderno e com resultados de crescente insustentabilidade. Já a terceira perspectiva argumenta que somente haveria uma alternativa à inevitável decadência ecológica dos sistemas econômicos e produtivos, em condição estacionária. Essa condição seria o aperfeiçoamento da economia apenas em termos qualitativos, sem a dimensão quantitativa do crescimento (substituindo, por exemplo, energia derivada de combustível fóssil por outras fontes de energia limpa). Ou seja, a tecnologia toma um papel fundamental para a sustentabilidade (VEIGA, 2008).

Ao adotarmos as vertentes explicativas mais sofisticadas e com maior suporte bibliográfico das duas palavras descritas por Veiga, que formam a expressão “desenvolvimento sustentável”, teremos que “desenvolvimento” está vinculado ao crescimento econômico associado a desenvolvimento social, e que “sustentável” está vinculada com a qualidade da tecnologia. Por isso tudo, o autor uspiiano sugere que o desenvolvimento sustentável, de fato, somente será

uma meta alcançável se a humanidade reconhecer os limites naturais à expansão das atividades econômicas e romper com a lógica social do consumismo, assim confrontando o próprio padrão civilizatório hegemônico.

Em face de tal ambição ampla e de longo prazo, “desenvolvimento sustentável” seria, de fato, um valor vislumbrado ainda a ser atingido. Um generoso ideal, de alguma medida similar a certas ideias-força que surgem na história da humanidade e expressam uma vontade coletiva. São valores de grande abrangência social e, por isso, exigem longos períodos de maturação para se tornarem parte do imaginário social capaz de determinar as práticas cotidianas dos membros de uma dada sociedade. Outras noções de mesma abrangência seriam, por exemplo, justiça social, paz, democracia, liberdade e igualdade. Dessa forma, a noção de “desenvolvimento sustentável” seria também uma visão de futuro sobre a qual a civilização contemporânea necessita alicerçar suas esperanças (VEIGA, 2008).

Depreende-se daí que a humanidade precisaria definir com nitidez um patamar a alcançar, ainda que aparentemente utópico em dado momento, para perseguir o novo objetivo, que passaria a permear quase todas as facetas da vida. Mas há que se considerar que, apesar de a expressão “desenvolvimento sustentável” ainda ser considerada uma noção potencial (ou um “valor a ser alcançado”), ela pode ser bastante útil quando utilizada em exercícios que comparem diferentes situações empíricas, as quais estabeleçam metas de transformação. O método analítico comparativo para estudar sustentabilidade

pressupõe que há um modelo ideal de sustentabilidade, com o qual podemos comparar a aplicação e os efeitos de determinadas tecnologias. Por isso, é possível também vislumbrar níveis de sustentabilidade e suas diferentes qualidades em termos de impactos. Há tecnologias mais (ou menos) sustentáveis, quando comparadas com outros caminhos tecnológicos semelhantes, por meio de vários critérios de sustentabilidade. Fundamentando-se em tais estudos comparativos, as similaridades e diferenças são evidenciadas e, conseqüentemente, constituem facetas fundamentais para interpretar os fenômenos sociais e econômicos, mas também os fenômenos ecológicos (VEIGA, 2010).

Para concluir, os estudos de Veiga sobre desenvolvimento sustentável nos conduzem à percepção de que o desenvolvimento não se reduz à estreiteza do crescimento econômico ou aos indicadores exclusivamente econômicos. Desenvolvimento pressupõe qualidade de vida, o que enseja, necessariamente, a introdução de diversos outros indicadores não econômicos. Sustentabilidade, por sua vez, deve ser analisada de forma comparada e depende imensamente da possibilidade de produção de tecnologia e sua aplicação virtuosa. É um enfoque que encontra expressiva adesão entre os estudiosos do tema, não obstante ser também controverso sob certos ângulos – como vem sendo, aliás, desde o surgimento do termo “desenvolvimento” e, depois, da palavra “sustentabilidade”, ambos ainda imersos em intensa e acesa discussão entre aqueles que analisam sua aplicação prática e sua capacidade explicativa sobre os fenômenos da vida social.

Agricultura sustentável



articularmente a partir das décadas de 1960 e 1970, quando emergiram diversos movimentos contraculturais nos países mais avançados do Ocidente, observou-se o surgimento de diversas iniciativas que se apresentaram como um contraponto tecnológico à agricultura comumente intitulada de moderna (ou da agricultura do pacote tecnológico da Revolução Verde). Para essas iniciativas fora do *establishment*, o padrão moderno passou a ser denominado de “convencional”, enquanto o conjunto de grupos que se propunham a fazer o contraponto passou a ser denominado, naqueles anos, de “alternativo” (ou seja, alternativo à agricultura moderna). Esses esforços de contestação ao padrão dominante desencadearam algumas tentativas de desenvolver e recomendar formatos tecnológicos, que foram oferecidos como uma nova forma de manejo de recursos naturais. Eram formatos anteriores de produção agrícola, testados em situações normalmente de pequena expressão quantitativa ou geográfica – alguns com alguma densidade agrônômica, outros representando caminhos radicalmente inovadores, e um ou outro relacionado a posturas filosóficas sobre a gestão de recursos naturais (ou até mesmo visões ainda mais abrangentes sobre a própria sociedade).

No geral, desconsideradas as iniciativas quase minúsculas, apenas quatro desses formatos tecnológicos chamados de alternativos resistiram, permanecendo até nossos dias, tendo recebido a adesão de

agricultores em diversos países, sendo mais sólidos no tocante à administração tecnológica do sistema agrícola, com alguma integração a mercados especiais e capazes de representar, com certa viabilidade econômica, uma real alternativa para as famílias rurais que decidissem adotá-los. São os modelos propostos pelas agriculturas biodinâmica, orgânica e biológica, as quais surgiram primeiramente na Europa, e a agricultura natural, que surgiu no Japão (EHLERS, 1996).

No Brasil, os debates sobre agricultura alternativa e, posteriormente, sobre agricultura sustentável nasceram fortemente influenciados pelos processos políticos, coincidindo com a fase final da ditadura militar. Como esse regime havia incentivado um profundo processo de modernização da agricultura na década de 1970, radicalmente associado à experiência da agricultura moderna e espelhando-se na experiência estadunidense do pós-guerra, os esforços dos primeiros grupos contestadores imediatamente colaram as propostas propriamente tecnológicas com visões políticas e partidárias (quase todas situadas no espectro político da esquerda) que problematizavam o capitalismo, em geral, ou a modernização agrícola, em particular.

Essa premissa anticapitalista esteve, dessa forma, sempre associada às visões que foram difundidas no Brasil em torno de um modelo distinto para a agricultura. Especialmente na década de 1980, quando houve a transição do antigo regime militar para a democracia, e, posteriormente, até a primeira parte da década de 1990, tornou-se comum que diversos grupos de agricultura alternativa se formassem nas faculdades de Agronomia, onde se reuniam estudantes com a mesma preocupação com os efeitos sociais e

ambientais da agricultura moderna, mas também compartilhando ambições políticas de transformação da sociedade. Nesses grupos, era possível ter acesso às obras que faziam crítica ao modelo tecnológico moderno, cujos autores trataram de analisar criticamente as facetas principais da agricultura moderna e, conseqüentemente, desenvolveram alternativas tecnológicas para a agricultura em geral, ou, então, mais especificamente, técnicas não convencionais para determinados ramos produtivos. São muitos os autores, principais e secundários, que surgiram naqueles anos, desde nomes mais influentes, como os de Altieri (1995), Carson (2010), Chaboussou (1987), Kiehl (1985), Primavesi (1979) e Steiner (1993), até coadjuvantes, envolvendo, sobretudo, estudantes universitários, associados a um pequeno grupo de profissionais já formados, sendo, em sua maioria, agrônomos.

Naquela época, o movimento de agricultura alternativa manteve-se marginalizado da produção agrícola e da comunidade científica agrônômica, ou por opção própria, ou, então, porque jamais encontrou espaços institucionais onde pudesse ser apresentado e debatido. Mas havia uma articulação entre estudantes de Agronomia e um pequeno grupo, especialmente de agrônomos, aproximação que era relativamente forte em alguns estados. Esse grupo promovia palestras, estágios e visitas técnicas nos ainda poucos estabelecimentos rurais que buscavam implantar formas de agricultura alternativa. Da mesma forma, começaram a ser promovidos eventos maiores e de maior repercussão, o principal deles sendo os *Encontros Brasileiros de Agricultura Alternativa* (Ebaa), e, em consonância com o evento nacional, existiam também, em

algumas regiões, os *Encontros Regionais de Agricultura Alternativa* (Eraa). Foram eventos que disseminaram as noções principais associadas às propostas alternativas e colaboraram fortemente para recrutar novos simpatizantes (PEDROSO, 2014).

A partir de meados da década de 1990, intensificou-se o interesse por essas propostas e práticas alternativas, tanto por parte de ambientalistas quanto por parte de pequenos grupos de consumidores, ampliando o escopo social de interesse para além do espaço propriamente agrário. Além disso, aumentou o interesse por setores da pesquisa agrônômica, pois foi despertado o interesse por métodos de produção que reduzissem o uso de insumos industrializados e o consumo de energia fóssil, contexto que foi largamente estimulado, já no final da década anterior, pela difusão da noção geral de sustentabilidade. Ato contínuo, emergiu a expressão “agricultura sustentável”.

Um quarto de século depois, no entanto, essa última expressão ainda sugere inúmeras dúvidas e contradições, fomentando muitos debates. Mas também há uma grande disputa em torno da expressão que, examinada de perto, indica ser antes de tudo um enfrentamento retórico, uma tentativa de desenvolver uma linguagem dominante sobre o campo alternativo, em oposição à agricultura moderna. Simplificadamente, aqui são citadas apenas três vias retóricas mais utilizadas para moldar um campo da agricultura sustentável em nosso país: 1) aquela que engloba todas as tendências que compunham anteriormente o campo de esforços da agricultura alternativa; 2) uma tentativa romântica de construir um padrão radicalmente

diferente, uma “outra agricultura”, ultimamente denominada de Agroecologia. É uma proposta que declara o fato de estar nascendo uma “outra ciência agrônômica” e defende que já existiria um padrão tecnológico que poderia substituir a agricultura moderna; e 3) uma argumentação que gira em torno de noções que, analisadas conjuntamente, equivalem à história da agricultura orgânica.

A primeira definição defronta-se com visível contradição, pois ficaria “parada no tempo” ao sugerir que a ciência não teria avançado desde os estabelecimentos dos modelos alternativos (orgânica, biológica, natural e biodinâmica), alguns deles desenvolvidos ainda no século 19. E também leva a crer que a qualificação “sustentável” da agricultura ficaria confinada aos guetos alternativos, ou, então, sustentaria nichos de mercado.

A segunda definição associa ao termo “agroecologia” a essência mais pura da sustentabilidade, por sua vez parecendo indicar aos observadores mais desavisados que conteria uma ciência em progresso, na qual haveria uma fusão entre a Agronomia e a Ecologia. Como não existem indícios concretos da existência dessa nova ciência em constituição, não passa ainda de um desejo de que tudo no mundo fosse diferente. Ou seja, é um discurso altamente romântico e idealizado. No caso brasileiro, vem sendo, sobretudo, uma proposta ideológica, comungada por quem crê que é factível também a ocorrência de uma série de mudanças estruturais na sociedade e na economia, associadas a uma radical transformação do padrão tecnológico da agricultura. Reflete a reiteração da postura inicial

anticapitalista de uma parte considerável daqueles praticantes que originalmente se aliaram aos movimentos de contestação que, por sua vez, aliavam a busca por uma agricultura alternativa com a luta política contra o regime econômico (NAVARRO, 2013).

Por fim, a terceira definição afirma que a agricultura sustentável é, concretamente, a agricultura orgânica. Cumpre aqui lembrar que há muitas pessoas que confundem agroecologia com agricultura orgânica – até mesmo porque o Plano Nacional incorreu nessa confusão, como uma forma de atribuir legitimidade institucional à noção de agroecologia. A agricultura orgânica é, na verdade, apenas uma linha da agricultura alternativa, com uma relativa consolidação prática e conhecimentos compartilhados por uma comunidade que se mobiliza há muitos anos. É uma linha que também constitui um nicho privilegiado de mercado. Uma ilustração concreta: em março de 2015, uma salada de alface orgânica, já higienizada, custava R\$ 9,90 nos supermercados de Brasília frequentados pelas classes mais altas. A capacidade de pressão política do grupo que defende essa linha é tão forte no Brasil que conseguiu aprovar a Lei de Agricultura Orgânica em âmbito nacional. Há, aliás, um artigo que trata das dificuldades práticas para produzir hortaliças orgânicas no Brasil, escrito por um ex-agricultor e ex-empresário do setor, que se intitula *Agricultura orgânica: relato de uma experiência* (MESQUITA, 2013). É texto curto que, porém, ilumina com perfeição os principais desafios para consolidar uma situação produtiva sob as premissas da agricultura orgânica e, em especial, descreve as imensas dificuldades para manter-se economicamente como tal.

Apesar do uso fácil e apressado da expressão “agricultura sustentável”, ela é também objeto de intenso debate entre os interessados. Se a literatura pudesse ser sintetizada de forma extremamente abreviada, talvez os discursos sobre agricultura sustentável pudessem ser delimitados, atualmente, em três grandes categorias. Primeiramente, os enfoques mais econômicos, que se centram particularmente em inovações tecnológicas, destinadas a garantir que a oferta exceda a demanda, ancorada em crescente produtividade total de fatores e preservando continuamente mais recursos. Alguns intitulariam tais enfoques de “esverdeamento da agricultura moderna”. O segundo grupo de enfoques na literatura são os ecológicos, os quais, em geral, não obstante as nuances antes indicadas, têm como meta central a resiliência do sistema agroalimentar em longo prazo. Finalmente, existem os enfoques de natureza sociológica, os quais procuram descobrir a possibilidade de desenvolverem-se coletivos sociais que apoiem movimentos contra-hegemônicos que, por sua vez, consigam mobilizar forças políticas anticapitalistas (THOMPSON, 2010).

Esta seção não se ocupará disso, mas é preciso fazer uma reflexão crítica, com o intuito de escapar da mera retórica de boa parte da discussão a respeito. Com base na sofisticada definição de Veiga, concluiu-se que a noção de sustentabilidade, quando aplicada aos sistemas produtivos agropecuários, exigirá, cada vez mais, conhecimento tecnológico e outros recursos da ciência para abrir novos caminhos produtivos que, gradualmente, possam materializar “mais com menos”, ou seja, mais produção de alimentos e matérias-primas de origem agropecuária, com qualidade,

simultaneamente, e menos utilização de terra, água, nutrientes, energia, trabalho e capital. Esse objetivo, que pode parecer modesto e limitado para alguns, compreende requerimentos tecnológicos de extrema complexidade, muitos ainda indisponíveis para boa parte dos sistemas produtivos agrícolas.

É por essa razão que agricultura sustentável indica, sobretudo, a concretização de processos de “transição produtiva”, um movimento gradual de passagem dos formatos intensivos da agricultura moderna para outros padrões tecnológicos que absorvam menores quantidades (em volume e valor) de insumos agroindustriais. Dessa forma, sob esse argumento teórico, tem-se que agricultura sustentável representa um ajuste ou um aprimoramento focalizado e pontual da agricultura moderna, estabelecendo um melhor manejo de recursos naturais e a montagem de uma agricultura que seja principalmente ecoeficiente (KEATING et al., 2010), suavizando, assim, os impactos ambientais dessa atividade econômica.

São visíveis os avanços tecnológicos em direção a uma agricultura mais sustentável (ou menos insustentável) graças ao contínuo avanço do conhecimento nas ciências agrícolas. No entanto, a presença e a influência de um campo retórico emergente que afirma ser a agricultura sustentável igual à agroecologia têm causado vários problemas semânticos, quando não agudos problemas práticos. São problemas que se refletem, por exemplo, nas prioridades em políticas de inovação tecnológica para esse setor. Um exemplo ilustrativo é a campanha desenvolvida por organizações não governamentais (ONGs), professores universitários e alguns pesquisadores, contrários até mesmo

à realização de pesquisas com transgênicos, em nome de um princípio sacrossanto, o da “precaução”, mesmo que as primeiras pesquisas a respeito já venham sendo realizadas há um quarto de século. A força política dessa visão anticientífica já foi capaz, por exemplo, de influenciar o resultado concreto do chamado “feijão transgênico” da Embrapa, ainda não liberado comercialmente por razões que jamais foram divulgadas com precisão.

Agricultura familiar



especialmente a partir do final da década de 1990, a expressão “agricultura familiar” ganhou crescente presença pública e, quase invariavelmente, seu uso tem sido acrítico e ligeiro, sem muita preocupação sobre o seu significado conceitual e sua precisa indicação empírica. Ou seja, quando se utiliza essa expressão, a quem se está referindo, em termos concretos? Um estudioso do tema assim se expressou a esse respeito:

Atualmente, a expressão é corriqueira, como se todos soubessem o que significa. E sabem mesmo? Ora, para o senso comum, agricultura familiar significa, genericamente, ‘os pequenos produtores’, aqueles que têm parcelas de terras menores, comandam poucos recursos e formam o grande grupo de famílias relativamente empobrecidas que enfrentam grandes dificuldades para persistir trabalhando na agricultura. Seriam famílias de super-heróis, pois, apesar desses desafios, o senso comum também di-

funde que ‘a agricultura familiar responde por 70% da produção de alimentos’. Essa frase, meramente ideológica, não corresponde à realidade e um economista rigoroso, Rodolfo Hoffmann, seguindo a definição da própria lei, já demonstrou que o grupo intitulado de familiares, de fato, produz o equivalente a 22% do total da produção de alimentos no Brasil. Ou seja, a expressão contém mais equívocos empíricos do que nos ajuda a entender o campo e seus produtores. Quando se cria uma definição, para ser eficaz, ela precisa delimitar com clareza o grupo social, o fenômeno ou o processo que se deseja analisar e circunscrever empiricamente. Não é o caso da expressão agricultura familiar, pois o adjetivo ‘familiar’ tem apenas um conteúdo: identificar a forma de administração do estabelecimento rural, que é realizada pela família e seus membros. Nada além disso. (NAVARRO, 2015b, p. 11).

Algumas vezes, a expressão é trocada livremente pela palavra “camponês”, como se fossem sinônimos. A justificativa é que os agricultores familiares, supostamente, manteriam um “modo de vida camponês” e, por isso, seguindo as definições da Antropologia Clássica, estariam dedicados, principalmente, à produção para o autoconsumo, e não estariam visando produzir para vender e aumentar a sua renda. Trata-se de uma afirmação espantosamente desconectada da vida real das regiões rurais e da atividade produtiva das famílias rurais, praticamente sem exceção. A atividade “agricultura” é, por definição, uma atividade econômica, seja qual for o porte do produtor e suas atividades produtivas, e, atualmente, poderia ser também adicionado seja qual for a região rural sobre a qual se está comentando. Talvez apenas em rincões remotos e longínquos de algumas partes da Região Amazônica ainda seja possível encontrar famílias

rurais com aquela motivação autárquica, voltada para a sua subsistência. Mas já seriam exceções diminutas em relação ao total de pequenos produtores brasileiros – e é racionalidade que tende a desaparecer rapidamente.

Outras vezes, também ecoando uma mistura idealista entre tradições da Antropologia, ideologia e uma postura anticapitalista, outros defendem que os agricultores chamados de “familiares” desempenhariam, em seu cotidiano, um “modo de vida”, uma “forma social”, que seria única, particular e específica, sob a qual principalmente se cultiva a terra, vivendo em harmonia com a natureza e não visando à produção de lucro ou ganhos monetários. Também por essa razão, para reafirmar essa leitura idílica do mundo rural, enfatiza-se uma divisão entre os produtores rurais, que seriam “do bem” (os familiares), e aqueles que se tornaram “do mal” – esses últimos são aqueles que sucumbiram às tentações monetárias e fazem agora parte do famigerado agronegócio. Ao se criar essa falsa dicotomia, inexistente na vida real, também se torna possível falar em contradições antagônicas entre os dois grupos, sugerindo a existência de uma oposição estrutural entre ambos e, potencialmente, uma luta de classes, supostamente politizando a vida social rural.

À luz de tantas confusões, deliberadas ou não, é crucial esclarecer que a expressão “agricultura familiar” não é (e nunca foi) uma categoria sociológica, como seria, por exemplo, a categoria “classe social” ou, então, “burguesia”, “trabalhador” ou outras que fazem parte dos modelos de análise sociológica.

Categorias sociológicas podem ser sujeitas a intenso debate sobre o seu significado empírico, sobre os métodos de sua aferição, ou outros ângulos. Mas são aceitas como existentes. “Agricultura familiar” é apenas uma tentativa de descrever empiricamente um grupo social que, concretamente, é profundamente heterogêneo nas diversas regiões rurais do País. Para isso, foram estabelecidos alguns indicadores, conforme inicialmente o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) definiu, e, posteriormente, a Lei da Agricultura Familiar referendou. Segundo essa lei, em seu artigo terceiro, a expressão se define como abaixo é transcrito:

[...] para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; e III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo. (BRASIL, 2006).

Esse tema geral e suas implicações foram amplamente discutidos no texto intitulado *Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar* (NAVARRO; PEDROSO, 2011). Algumas das principais argumentações daquele artigo são sintetizadas a seguir.

A definição descritiva proposta tanto no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) como na Lei da Agricultura Familiar fez *tabula rasa* da vasta literatura acumulada que

provê evidências empíricas e da história agrária. Forçou, dessa forma, uma homogeneidade que, na prática, inexistente, pois as regiões rurais são caracterizadas por profunda heterogeneidade estrutural. E ainda mais grave: aqueles preceitos legais entenderam a atividade agropecuária a partir de lentes opostas à lógica econômica, o que é surpreendente quando se considera que é um setor que está na iminência de se tornar o mais importante do mundo. Sobre os critérios delimitadores que a lei formalizou, o primeiro critério diz respeito ao tamanho do estabelecimento. Não é critério econômico, e seu limite, estabelecido em quatro módulos fiscais, é inteiramente arbitrário. O segundo critério – quando sugere (implicitamente) que os agricultores denominados de familiares não podem contratar mão de obra externa, ao propor que se utilize predominantemente mão de obra da própria família – não apresenta, da mesma forma, nenhuma justificativa econômica. Finalmente, o terceiro critério, excluído recentemente por uma decisão normativa do Ministério da Fazenda, na prática significa limitar o nível de ganho das famílias rurais, pois a renda familiar precisaria ser predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento. Não obstante ser uma variável essencialmente econômica, a justificativa para esse critério, de fato, não se sustenta sob nenhum argumento econômico razoável. Outros detalhes e uma ampla discussão a respeito podem ser encontrados em Navarro e Pedroso (2011).

Pequenos produtores de menor porte econômico muitas vezes precisam contratar mão de obra, já que os filhos dessas famílias têm reforçado a

migração para a cidade. Outro ponto crítico são os níveis de renda. Expressiva proporção de estabelecimentos rurais de base familiar não é sustentada prioritariamente pela renda agrícola, sendo significativa a participação da renda não agrícola. Ou seja, grande parte da renda desses estabelecimentos é proveniente de trabalho assalariado em atividades não agrícolas, por parte de vários dos seus membros, que aplicam no estabelecimento rural parte do valor obtido (NAVARRO; PEDROSO, 2011). Dessa forma, é incompreensível que o Pronaf, nos anos 1990, e, posteriormente, a própria lei tenham limitado a consideração de rendas não agrícolas para circunscrever o universo dos “familiares”.

Muito provavelmente, a base teórica para essa definição em lei tenha se sustentado em trabalhos de autores brasileiros inspirados na suposição de existir no campo uma polarização social, cujos fundamentos estariam nas formas de dominação que historicamente existiram no campo. Dessa forma, passaram a utilizar uma teoria da exploração social clássica, centrada na tradição marxista. Ainda que um arcabouço adequado para interpretar a estrutura social em algumas regiões, à luz de sua história agrária, não é assim para todas as regiões. Dessa forma, a homogeneização utilizada desconhece, de fato, a realidade vivida pela maior parte dos agricultores.

Para criar ainda mais confusão conceitual, nos últimos anos, sob a forte influência de alguns autores europeus, representativos de uma tradição populista, tem sido difundido um entendimento de que agricultura brasileira poderia estar repetindo um suposto padrão europeu (de séculos atrás), enraizando modos

de vida camponesa, que estariam promovendo um processo de recampesinização.

Por fim, é de se lamentar a existência dessa confusão conceitual em torno do vasto universo das famílias moradoras dos estabelecimentos rurais de menor porte econômico, pois a literatura tem demonstrado, com base em abundante fundamentação estatística, especialmente censitária, que os últimos anos têm oferecido desafios novos para esse conjunto. De um lado, a combinação de um processo de notável expansão produtiva, mas, de outro, indicando pressões econômicas que se acentuam sobre os pequenos produtores, desenvolvendo um forte processo de diferenciação social e forçando parcela crescente desse conjunto a abandonar a atividade agropecuária (ALVES, 2012; BUAINAIN et al., 2014).

Inovações tecnológicas no sistema agroalimentar



os últimos 50 anos, diversas teorias sobre as mudanças de padrão tecnológico na agricultura foram elaboradas, mas não há espaço neste artigo para uma síntese, mesmo que abreviada, das principais teorias e modelos a respeito. Não custa, porém, informar que a interpretação mais bem aceita é a proposta de Yujiro Hayami e Vernon Ruttan, cujo livro principal foi traduzido para o português (HAYAMI; RUTTAN, 1988).

Resumidamente, os dois autores pretenderam explicar a dinâmica das inovações tecnológicas na

agricultura: que processos ou fatores explicariam o motivo por que determinados ramos produtivos (ou países, em uma comparação) se tornam muito mais abertos às inovações do que outros? Seu esforço analítico acabou se traduzindo na “teoria da inovação induzida”. Na formulação dessa teoria, utilizaram histórias rurais e processos de modernização agrícola dos respectivos países de nascimento, Japão e Estados Unidos. Sugerem que o modelo explicita “o processo pelo qual as mudanças técnicas e institucionais são induzidas pelas respostas de produtores, empresários do agronegócio, cientistas e administradores públicos à disponibilidade de recursos e às mudanças na oferta e na demanda dos fatores e dos produtos” (HAYAMI; RUTTAN, 1988, p. 4). Enfatizam, ainda, que os pontos críticos são terra e trabalho, especialmente por ser a agricultura muito sensível à disponibilidade de terra e, por isso, “dependendo da escassez relativa de terra e trabalho, a mudança técnica incorporada em insumos novos e mais produtivos pode ser induzida para ou poupar trabalho, ou poupar terra” (HAYAMI; RUTTAN, 1988, p. 4).

Quando compararam os respectivos processos de modernização agrícola entre os dois países, concluíram existir, primeiramente, uma relação estreita entre mudanças tecnológicas e a correspondente disponibilidade de fatores de produção. Nos Estados Unidos, o binômio principal combinou a abundância de terras com a escassez de mão de obra, enquanto, no Japão, ocorria exatamente o oposto: sobrava força de trabalho, mas a terra era escassa (embora o Japão tenha o tamanho aproximado do Estado de São Paulo, sua proporção de terras agricultáveis é muito menor).

Em decorrência desses aspectos estruturais, a criação e o desenvolvimento das instituições públicas de pesquisa agrícola responderam às exigências prioritárias em cada país, também repercutindo continuadas formas de interação entre pesquisadores e produtores rurais. Diversos aperfeiçoamentos, ao longo dos anos, garantiram o sucesso na definição dos focos prioritários da agenda de pesquisa e, assim, novas tecnologias foram sistematicamente desenvolvidas, garantindo o processo de modernização da agropecuária.

Essa teoria enfatiza, portanto, a interação entre esses dois fatores (terra e mão de obra) com a sinalização precisa das prioridades no âmbito da pesquisa. Ocorrendo escassez de mão de obra em certas regiões ou ramos produtivos, por exemplo, diversos constrangimentos estruturais poderão indicar a necessidade de recorrer à tecnologia poupadora desse fator. Os produtores passarão, então, a demandar alternativas técnicas que economizem o fator de produção escasso. Os pesquisadores, por sua vez, responderão com pesquisas que gerem tecnologias com esse objetivo (HAYAMI; RUTTAN, 1988).

O livro principal desses autores foi lançado em 1971 e gerou intenso debate por um longo período. Algumas avaliações críticas também foram oferecidas por alguns autores. Ademar Romeiro sugere, por exemplo, que o postulado que informa a hipótese principal do trabalho de Hayami e Ruttan é aquela oferecida pela teoria do comportamento racional dos agentes econômicos, uma tese amplamente aceita em modelos comportamentais em várias disciplinas das Ciências Sociais. Contudo, argumenta esse autor, faltaria incluir no modelo explicativo as variáveis que

explicam outras dimensões da realidade, como os fatores técnicos e científicos, políticos e institucionais que podem condicionar os resultados. Em síntese, Romeiro argumenta ser demasiadamente simplificada a teoria proposta, pois que as realidades sociais e econômicas são muito complexas, exigindo outras variáveis, que não fazem parte do modelo da inovação induzida (ROMEIRO, 1988).

Outro comentário crítico pode ser extraído em documento recentemente escrito por Navarro (2015a)¹, que sugere que o modelo, de fato, tornou-se relativamente obsoleto, em virtude da constituição das modernas e complexas estruturas econômicas e organizacionais que abrigam o processo de formação das inovações nos sistemas agroalimentares contemporâneos – as chamadas “cadeias de valor”.

Uma vez que essas cadeias se estruturam, também constituem um padrão hierárquico de comando, o qual garante que também se estrutura uma distribuição desigual de riqueza. Dependendo da sofisticação da cadeia de valor e dos montantes de riqueza gerados, igualmente se intensificam os processos de dominação de capitais financeiros em todos os seus elos, tão logo constituídos aqueles sistemas agroalimentares. Dessa forma, alguns agentes privados passam a assumir papel dominante, subordinando os demais, e podem igualmente determinar imperativamente o processo de inovação, de acordo com os seus interesses econômicos específicos. Essa configuração, de uma forma geral, tem dado ao agricultor um

¹ NAVARRO, Z. **Embrapa**: o futuro chegou (Cinco temas para discussão). Brasília, DF, 2015. No prelo.

papel inferior, subordinado e, muitas vezes, até irrelevante nas decisões acerca da tecnologia necessária e, em contrapartida, um papel de destaque para o agente econômico que assume o maior valor financeiro na cadeia econômica de um dado produto (NAVARRO, 2015b). Um exemplo simples dessa hierarquização são as exigências de grandes redes de supermercado que influenciam as opções de pequenos produtores de hortaliças (SOUSA FILHO, 2014). Outro exemplo, analisando um processo como o descrito acima, centrado na cadeia produtiva da suinocultura catarinense, pode ser encontrado no iluminador artigo de Miele e Miranda (2013).

O tema da inovação na agropecuária é um dos focos de um livro recente, que discute a formação de um novo padrão agrário e agrícola nas regiões rurais brasileiras (BUAINAIN et al., 2014). Por essa publicação, que veio a lume sob a égide da Embrapa e do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), responderam 53 cientistas sociais, vinculados a diversas instituições de pesquisa. Três capítulos do livro discutiram abertamente o tema das inovações, sinteticamente comentados a seguir.

José Maria da Silveira utiliza uma teoria econômica da inovação tecnológica que, em sua origem teórica, remete a Schumpeter, para localizar transformações da agricultura nacional no cenário mundial e traçar suas perspectivas. Esse autor chega a várias conclusões, mas uma delas se destaca: a imensa fragilidade organizacional e a endêmica confusão ideológica brasileira sobre cenários e desafios estratégicos fazem que um caminho de prosperidade

conviva com um cenário de paralisia, contradição que não apenas impede os debates sobre as estratégias mais apropriadas, como também inibe a ação governamental para o setor. O constante dilema, transposto em permanente debate ideológico, influencia negativamente a definição de prioridades de políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), pois há vetos e interdições com regularidade, além da diluição dos recursos (SILVEIRA, 2014).

José Eustáquio Vieira Filho, por sua vez, argumenta que de nada adiantará desenvolver a melhor tecnologia, se o agricultor não estiver apto a incorporar e assimilar novos conhecimentos, ou, ainda pior, se sequer estiver disposto a continuar atuando no meio rural, pois conjectura abandonar a atividade. Essa é possibilidade que vem se agravando nos últimos anos, pois estamos vivenciando um conjunto de processos (econômicos, sociais e demográficos) que estão desencadeando um processo de esvaziamento do campo. Por fim, afirma que a moderna agricultura brasileira é baseada, essencialmente, no conhecimento e está conectada a vários setores da economia. Por isso, as políticas públicas voltadas para a inovação tecnológica devem ter por objetivo toda a cadeia produtiva, conforme antes indicado (VIEIRA FILHO, 2014).

Já o capítulo de autoria de Salles-Filho e Bin (2014), no livro citado, discute as antigas facetas da pesquisa agrícola brasileira e também acompanha o seu desenvolvimento ao longo dos anos, realçando suas continuidade e descontinuidade. Para tanto, os autores concentram-se em três assuntos principais: a) as drásticas mudanças da pesquisa agrícola na

forma e no conteúdo, que já ocorreram e que vão ocorrer no presente século; b) a ausência de um novo modelo predominante da pesquisa; e c) o desafio a ser enfrentado pelas instituições brasileiras de pesquisa. Concluem que é necessário tratar a CT&I como uma atividade cada vez mais complexa. Não pode ser analisada apenas como uma política de CT&I; e menos ainda por meio de um modelo de análise que, na maior parte das vezes, é grosseiramente linear. Deve ser analisada como um sistema de CT&I no qual os centros de pesquisa devem cumprir novos papéis e conviver e compartilhar espaços, conhecimento e esforços com diversos atores que influenciam na inovação. Por isso, afirmam que “entre o resultado de uma pesquisa e seu uso pela sociedade há mais fatores envolvidos do que se pode imaginar” (SALLES-FILHO; BIN, 2014, p. 439), e que

[...] a inovação é um jogo coletivo, no qual os jogadores não são todos do mesmo time. Os ativos e competências necessários para transformar resultados de pesquisa e inovação são particularmente variados e encontram-se longe dos laboratórios e até mesmo do campo (SALLES-FILHO; BIN, 2014, p. 440).

Análise de políticas públicas



Para a população brasileira, o fim do regime militar e o processo constituinte, na segunda metade dos anos 1980, significaram não apenas “virar a página” da ditadura e deixar entrar em cena as promessas democráticas, mas também o nascimento de uma nova

perspectiva sobre a ação governamental. Afinal, pelo menos na superficialidade dos fatos políticos, a impermeabilidade do Estado – marca típica dos regimes autoritários, que são fechados e não prestam contas de seus atos, nem valorizam a transparência –, em regimes democráticos, precisaria se tornar radicalmente diferente. Por isso, à medida que os brasileiros foram se acostumando com a primavera democrática que gradualmente floresceu no País, foram aumentando os reclamos dos diversos setores sociais em relação às políticas do Estado. Não surpreende como resultado que, na década de 1990, a expressão “políticas públicas” tenha chegado ao palco das disputas políticas e das pressões sociais, principalmente porque foi ampliada a expectativa acerca das iniciativas governamentais que pudessem reduzir a histórica desigualdade econômica e outras ações que reduzissem a precariedade da vida social no Brasil. Talvez seja por essa razão que aquela expressão tenha experimentado uma crescente disseminação, estimulando a formação de múltiplas iniciativas, como cursos de pós-graduação, uma bibliografia a respeito que se multiplicou e inúmeras iniciativas no âmbito das esferas do Estado brasileiro.

A banalização dessa expressão era então esperada, repetindo os fenômenos de rebaixamento conceitual ocorrido com outras palavras ou expressões – por exemplo, quem não usaria apressadamente o termo “sustentabilidade” sem se preocupar com seu significado preciso? Citar “políticas públicas” em textos ou manifestações públicas, em nossos dias, passou a fazer parte do senso comum – seria algo como “o Estado faz algo”, como se não existisse nenhuma

complexidade a respeito. Da mesma forma, o fato de diversos setores e classes sociais demandarem políticas públicas “específicas” (do seu interesse) também se tornou parte obrigatória dos discursos políticos e das reivindicações populares, como se o Estado tivesse fundos ilimitados que pudessem ser resgatados em qualquer momento, dependendo apenas da vontade dos governantes.

Infelizmente, esse uso ignora a forte tradição teórica, a complexidade e a vastíssima literatura sobre o assunto – acervo analítico que decorre do acúmulo gerado especialmente pela Ciência Política dos países mais avançados. Em face de sua consolidação democrática mais antiga, os esforços de pesquisa para analisar a formulação, os modelos, a implantação e as avaliações de políticas públicas nesses países refletem uma tradição robusta, tanto no plano acadêmico quanto no âmbito dos respectivos estados nacionais. Conforme uma especialista, “[...] os estudiosos empregam um grande número de ferramentas na forma de teorias, modelos e arcabouços, e um grande número desses últimos foram desenvolvidos e refinados nas últimas três décadas” (PETRIDOU, 2014, p. S12).

Segundo Jenkins, política pública é

[...] um conjunto de decisões inter-relacionadas, tomadas por um ator ou grupo de atores políticos, e que dizem respeito à seleção de objetivos e dos meios necessários para alcançá-los, dentro de uma situação específica em que o alvo dessas decisões estaria, em princípio, ao alcance desses atores.

Dessa forma, o conteúdo de uma política compreende a “seleção de objetivos e de meios” e tem-se (na maioria das vezes) o envolvimento de uma série

de decisões inter-relacionadas, que contribuem cumulativamente para um resultado final: “A capacidade do governo para implementar suas decisões também é fundamental componente da política pública e fator-chave, que afeta os tipos de ação que o governo levará em conta” (HOWLETT et al., 2013, p. 13-14).

Sendo impossível, neste brevíssimo comentário, ampliar os diversos ângulos sobre tema tão complexo, esta autora se contenta em lembrar o leitor de que políticas públicas implicam, quase invariavelmente, recursos financeiros e uma lógica de formulação, que é técnica. Ora, se é assim, uma premissa para desenhar uma ação governamental que possa ser chamada de política pública exige, preliminarmente, o conhecimento preciso e rigoroso de duas informações que, em si mesmas, já representariam gigantesco desafio.

A primeira é o conhecimento das fontes dos recursos que vão sustentar a nova política que está sendo pensada. No Brasil, por exemplo, boa parte dos mentores de políticas públicas parece não se importar com essa premissa, imaginando que o Estado vai colher os recursos em algum lugar. É, aliás, fato curiosíssimo que uma boa parte das políticas públicas, no País, não indique claramente as fontes dos recursos a serem utilizados.

A segunda é o conhecimento – necessário antes da formulação de uma nova política pública – sobre a natureza do Estado, seus objetivos principais e sua capacidade de implantar as decisões. O que é o Estado, em determinado período histórico, é a pergunta-chave a partir da qual a discussão sobre políticas públicas precisaria ser iniciada. Essa pergunta está por detrás

da afirmação de Jenkins, quando o autor cita “o conjunto de decisões inter-relacionadas”, ou fala sobre “a capacidade do governo para implementar suas decisões”. Aqui, mais uma vez, um caso brasileiro serve de exemplo, quando determinadas esferas do Estado se dedicam à preparação de novas políticas públicas sem antes se perguntarem sobre a natureza atual do Estado e seus objetivos maiores, e, menos ainda, sobre a coerência e a lógica interna de seu funcionamento (a partir de uma “estratégia geral”), ou, então, sobre sua capacidade de tornar real a implantação e o funcionamento daquelas novas formas de ação governamental.

Por tudo isso, a formulação, o acompanhamento e a análise de políticas públicas são desafios de extrema complexidade. Não basta analisá-los apenas sob uma ótica superficial e impressionista, a partir dos dados mais evidentes, pois estão subjacentes às contribuições dos atores, aos seus interesses, aos objetivos não explícitos, às ideias e aos efeitos das estruturas mais permanentes. O analista, portanto, deve optar por uma metodologia que não se limite aos registros oficiais que dão formatação à política pública e aos seus resultados, que traduziriam sua eficiência e sua eficácia. Ou seja, é necessário ter uma visão de maior rigor analítico. Caso contrário, o esforço se traduzirá apenas em simplórias descrições desta ou daquela política pública. São políticas que vão muito além daquilo que está escrito ou manifesto nas aparências (os registros oficiais, como leis, atos, regulamentações, normas e relatórios oficiais), como as decisões para abordar os problemas, que nem sempre são conhecidas ou públicas, e também os resultados finais, cuja análise é sempre desafiadora. Elas são afetadas pelos diversos

atores participantes, ainda que indiretamente, e estão envolvidas no processo de decisão e de implantação de uma dada política. Ressalte-se que todos esses temas têm sido objeto de estudo da Ciência Política, que é a disciplina das Ciências Sociais que tradicionalmente se dedica à análise das políticas públicas e seus conceitos correlatos.

Também merecem análise as crenças e os comportamentos dos atores presentes no funcionamento de uma dada política pública, assim como suas interações e sua capacidade de influenciar e agir em uma dada estrutura, em uma determinada conjuntura política e em acordo com suas instituições, formadas ao longo da história daquela sociedade em questão. Muitas vezes, o anúncio formal das razões de uma política pública não contém a correspondência exata das suas motivações ou limitações, pelas quais uma decisão foi tomada. Uma decisão pode ser fruto de uma limitação, a qual, por sua vez, pode refletir falta de recursos financeiros ou de informação, exigências de tratados internacionais ou resistência doméstica a determinadas opções. Por isso, cabe aos analistas compreender por que uma alternativa foi escolhida em detrimento de outra que, aparentemente, seria a mais racional. A propósito, diversos exemplos práticos poderão ser encontrados em Hall e Taylor (2003), March e Olsen (1984), North (1990), Steinmo e Thelen (1992) e Thelen (1999).

O fato é que uma política pública específica pode ser interpretada como um multifacetado fenômeno complexo, formado por várias decisões tomadas ou influenciadas por vários atores e organizações. Na maioria das vezes, essa política tem ciclo de vida recorrente,

em formas sutilmente distintas, pois uma política sucede a outra com pequenas alterações, e nem sempre essas mudanças são percebidas claramente. Para analisar essa complexidade, não existe uma metodologia universalmente reconhecida, que consiga entender os papéis e as interações das instituições, do contexto político e dos atores, quando da formulação de uma política pública. Há uma gama de estilos e abordagens teórico-analíticas para se tentar compreender uma política pública específica. Por isso, é insuficiente uma abordagem que se limite apenas a uma análise dos resultados quantitativos. Ademais, arrolar suas manifestações empíricas mais evidentes e manifestas apenas produzirá exercícios descritivos de escassa utilidade prática. É preciso também optar pelas teorias que darão sustentação à análise, e ter, no mínimo, uma sólida formação em Ciências Sociais para conseguir, com efetividade, analisar uma dada política pública.

Considerações finais



Este artigo discute cinco expressões que vêm sendo utilizadas com muita frequência nos últimos anos, embora seu uso possa, muitas vezes, sugerir conhecimento superficial sobre os respectivos significados. Em muitas de suas manifestações, inclusive em documentos de organismos governamentais e textos universitários, parece ser evidente o desconhecimento sobre as tradições analíticas, os debates, as pesquisas empíricas e o acervo, que pode ser amplo.

Este artigo pretendeu servir como um alerta que indica a necessidade de maior aprofundamento sobre cada uma das expressões, para garantir que sua utilização se aproxime de maior rigor interpretativo e possa corresponder à definição que é, pelo menos, a mais aceita pela literatura.

Por ser meramente uma introdução ao debate, a discussão sobre o sentido daquelas cinco expressões é necessariamente superficial, sendo capaz somente de sinalizar um ou outro aspecto problemático do seu uso e sugerir uma bibliografia preliminar. Incita, porém, o rigor no uso de termos e expressões em relação aos processos sociais e econômicos que atualmente caracterizam o desenvolvimento da agropecuária brasileira e a vida social rural no Brasil.

Espera-se que o breve conjunto de “sinais vermelhos” aqui indicados possa estimular o leitor a recorrer à literatura competente, para assim fazer correto uso dos conceitos aqui abordados. Dessa forma, as confusões reinantes poderão ser minimizadas, e os entendimentos que todos procuram, ao analisarem o estado atual e o futuro das regiões rurais, serão alcançados plenamente.

Referências



ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2. ed. Colorado: Westview Press, 1995.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, abr./jun. 2012.

BRASIL. Lei 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 jul. 2006.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010. 327 p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 253 p.

COLLI, W. Agroecologia e ciência, um paralelo histórico. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 2, jul./dez. 2013.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996.

HALL, P. A.; TAYLOR, R. C. R. As três versões do neo-institucionalismo. **Lua Nova**, n. 58, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-64452003000100010>>. Acesso em: 20 maio 2016.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília, DF: EMBRAPA-DPU, 1988. (EMBRAPA-SEP. Documentos, 40).

HOWLETT, M.; RAMESH, M. P. A. **Política Pública: seus ciclos e subsistemas: uma abordagem integradora**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

KEATING, B.A.; CARBERRY, P. S.; BINDRABAN, P. S.; ASSENG, S.; MEINKE, H. B.; DIXON, J. Eco-efficient agriculture: concepts, challenges and opportunities. **Crop Science**, n. 50, p. 109-119, 2010.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MARCH, J. G.; OLSEN, J. P. The New Institutionalism: organizational factors in political life. **The American Political Science Review**, 733, p. 734-49. 1984.

MARTINS, J. S. **A Sociologia como Aventura**: memórias. São Paulo: Contexto, 2013.

MEDVEDEV, Z. **The Rise and Fall of T. D. Lysenko**. Nova York: Columbia University Press, 1969.

MESQUITA, F. F. Agricultura orgânica: relato de uma experiência. **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 2, jul./dez. 2013.

MIELE, M.; MIRANDA, C. R. O desenvolvimento da indústria brasileira de carnes e as opções estratégicas dos pequenos produtores de suínos do Oeste catarinense no início do Século XXI. In: CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. p. 201-232.

NAVARRO, Z. Agricultura familiar: é preciso mudar! **Agrofoco**, v. 1, n. 1, p. 11, maio 2015b.

NAVARRO, Z. Agroecologia: as coisas em seu lugar (A agronomia brasileira visita a terra dos duendes). **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 1, jan./jun. 2013.

NAVARRO, Z.; PEDROSO, M. T. M. **Agricultura familiar**: é preciso mudar para avançar. Brasília, DF: Embrapa, 2011. (Textos para Discussão, 42).

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. New York: Cambridge University Press, 1990.

PEDROSO, M. T. M. Agricultura Alternativa: quem é seu herdeiro? **Hortaliças em Revista**, v. 3, n. 11, p. 10-11, maio 2014.

PEDROSO, M. T. M. Agricultura Sustentável: entre o ideal e a realidade. **Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 10, n. 1, jan./jun. 2013.

PETRIDOU, E. Theories of the policy process: contemporary scholarship and future directions. **Policy Studies Journal**, v. 42, n. S1, p. S12-S32. 2014.

PRIMAVESI, A. **A agricultura em regiões tropicais: o manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1979. 549 p.

ROMEIRO, A. R. O modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 18, n. 2, p. 469-476, 1988.

SALLES-FILHO, S.; BIN, A. Reflexões sobre os rumos da pesquisa agrícola. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. (Ed.) **O mundo rural no século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 423-452.

SILVEIRA, J. M. Agricultura brasileira: o papel da inovação tecnológica. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 373-394.

SOUSA FILHO, H. M. Geração e distribuição de excedente em cadeias agroindustriais: implicações para a política agrícola. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 317-335.

STEINER, R. **Fundamentos da agricultura biodinâmica: vida nova para a terra**. São Paulo: Antroposófica, 1993. 235 p.

STEINMO, S.; THELEN, K. (Org.). **Structuring politics: historical institutionalism in comparative politics**. Nova York: Cambridge University Press, 1992.

THELEN, K. Historical institutionalism in comparative Politics. **Annual Review of Political Science**, n. 2, p. 369-404, 1999.

THOMPSON, P. B. **The agrarian vision**: sustainability and environmental ethics. Lexington: University of Kentucky Press, 2010.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/898-2650-1-pb.html>>. Acesso em: 20 maio 2016.

VEIGA, J. E. **Sustentabilidade legitimação de um novo valor**. São Paulo: Senac, 2010.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, A. M. (Ed.). **O mundo rural no século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 395-422.



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

Agnaldo 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.

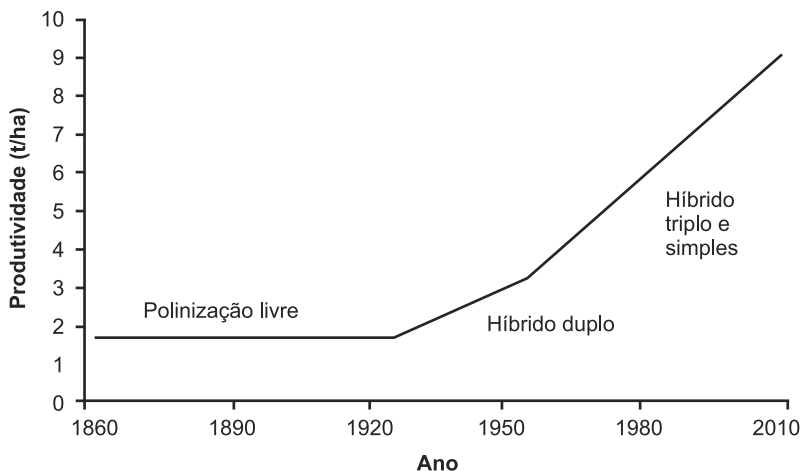


Figura 1. Evolução do rendimento dos grãos de milho nos EUA entre 1860 e 2010.

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 receberam 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 substituía 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 Bts). 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



o 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.

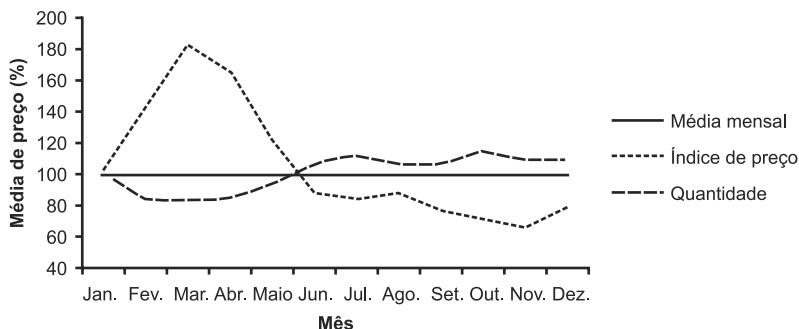


Figura 2. Médias de preço e quantidade de cenoura comercializada na Ceagesp, no período de 1977 a 1983.

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

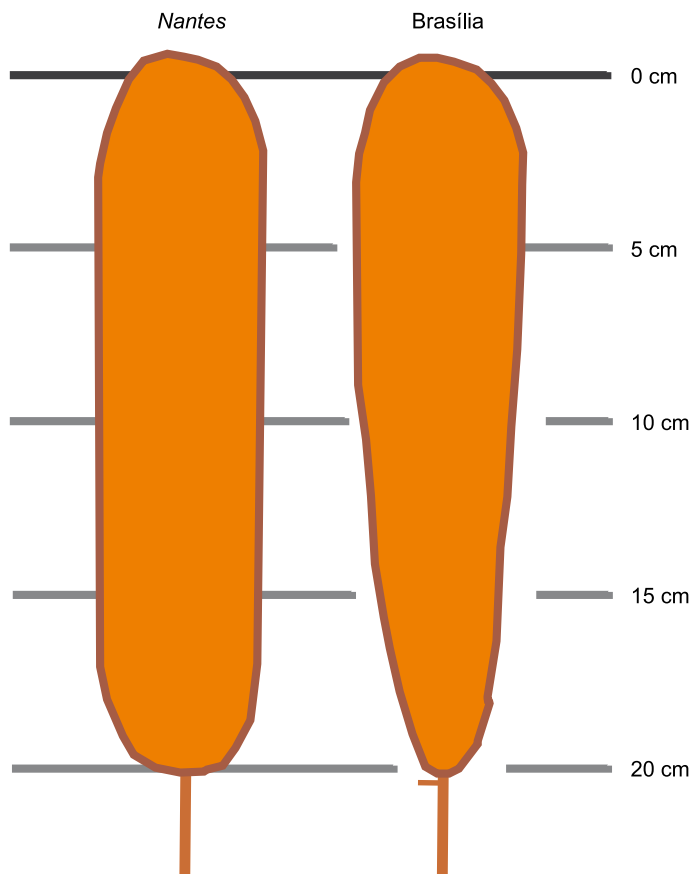


Figura 3. Formato de raízes de cenouras das cultivares do grupo Nantes e Brasília.

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.

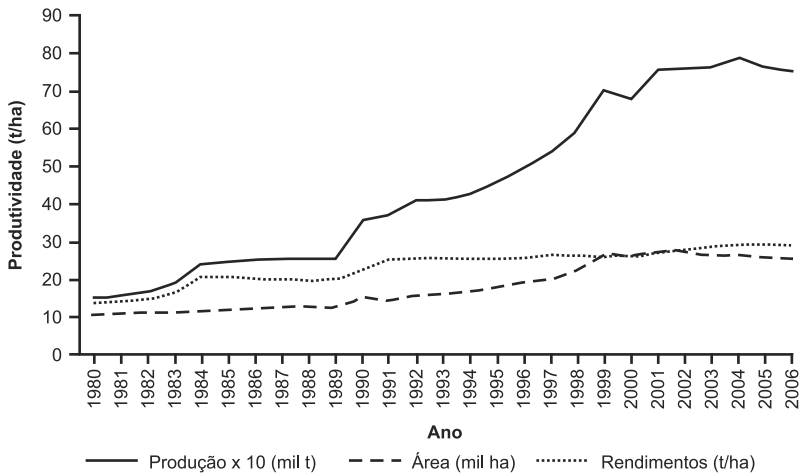


Figura 4. Situação da produção de cenoura no Brasil de 1980 a 2006.

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 sementeira, 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.

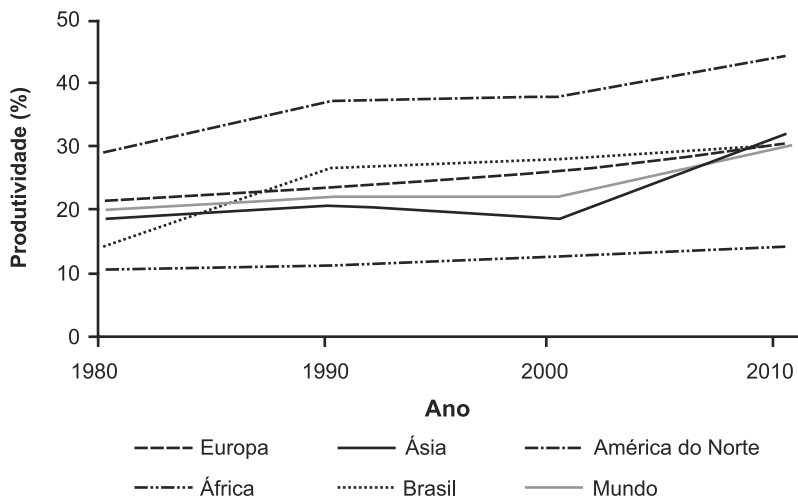


Figura 5. Evolução dos índices de produtividade de cenoura no Brasil, em vários continentes e no mundo.

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



radicionalmente, 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).



A contribuição da certificação
de sementes para a produção
sustentável de hortaliças

***Fernanda Rausch Fernandes
Alice Kazuko Inoue-Nagata***

A contribuição da certificação de sementes para a produção sustentável de hortaliças

Resumo

A certificação de sementes e mudas atesta a conformidade do processo de produção de sementes ou mudas, que pode ser feito pelo próprio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) ou por entidades credenciadas. Atendidas as normas e os padrões específicos, o processo de certificação tem por objetivo a produção de sementes, mediante o controle de qualidade em todas as etapas, incluindo o conhecimento da origem genética e o controle de gerações. Seguramente, um dos aspectos que têm contribuído para os sucessivos incrementos de produtividade na agricultura é a busca por sementes de alta qualidade, por parte dos produtores. A qualidade das sementes e as condições que permitem a máxima germinação no menor tempo possível definem diretamente o estabelecimento de plântulas no campo. Assim, pode-se afirmar que o sistema de certificação de sementes exerce um papel de fundamental importância para a introdução de novas tecnologias por meio de novas cultivares. Aspectos legais, tecnológicos e mercadológicos que garantem a disponibilidade e a sanidade das sementes são discutidos no presente capítulo.

Termos para indexação: olericultura, fitossanidade, sustentabilidade, manejo integrado de pragas, sementes de alta qualidade.

Contribution of seed certification for sustainable production of vegetables

Abstract

Seeds and seedlings certification attests conformity of the seed production process, which can be carried out by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (Mapa) or accredited entities. The norms and specific standards of the certification process warrant the quality control of seed production at all stages, including knowledge of their genetic origin and generation control. Indeed, one of the aspects that have contributed to the successive increases in productivity in agriculture is the farmers' search for high-quality seeds. Seed quality and conditions that allow maximum germination in the shortest time directly define the seedling establishment in the field. In this sense, the seed certification system plays an extremely important role in the introduction of new technologies through new cultivars. Legal, technological and market aspects that assure seed availability and health are discussed in this chapter.

Index terms: horticulture, plant health, sustainability, integrated pest management, high quality seeds.

Introdução



Considerando o cenário atual e as perspectivas futuras de meios de sobrevivência da humanidade, um grande desafio se apresenta: como elevar os níveis de produção de alimentos de forma sustentável para atender a uma população crescente que, segundo dados da ONU, está estimada em 11 bilhões para 2100. Esse é um desafio imponderável, colocado nas mãos de todos os agentes envolvidos na geração de tecnologias de produção no setor agrícola. O desenvolvimento de novas cultivares, mais competitivas, mais resistentes e mais adaptadas a ambientes diversos, a busca de novas fontes e a incorporação de características superiores são objetivos inerentes à pesquisa, que permanecerão por muitos anos como uma das atividades primordiais nos programas de melhoramento genético, conforme discutido em um dos capítulos desta publicação. Isso porque os entraves impostos a uma produção com qualidade são dinâmicos, ou seja, o setor produtivo deverá estar preparado para atender à expectativa de produção de alimentos de forma satisfatória. Ainda que sob condições adversas que, recentemente, têm merecido atenção constante – tais como a salinização e o declínio da fertilidade do solo, os efeitos das mudanças climáticas globais, a emergência e o ressurgimento de pragas –, o setor agrícola é chamado a, pelo menos, manter os níveis de produção, de modo a impedir o desabastecimento. O panorama para os próximos anos indica, com clareza, a premente necessidade de implantação de profundas mudanças no setor produtivo mundial.

No contexto de sustentabilidade, em face da demanda crescente por alimentos, vale questionar como está o agronegócio brasileiro. São inegáveis os avanços observados nas últimas décadas na agricultura brasileira, evidenciados por grandes saltos de produtividade, exibidos em um desempenho invejável para muitos países, até então considerados os maiores produtores tradicionais do mundo. Em se tratando da produção agrícola, é importante registrar que, além da disponibilidade de área para a produção de alimentos e de recursos hídricos, pode-se listar uma série avanços tecnológicos que proporcionaram louváveis incrementos nos indicadores técnicos, tais como a disponibilização de um grande número de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, a modernização da mecanização rural e progressos significativos no manejo fitossanitário das lavouras, na eficiência do uso dos solos e na tecnologia de produção de sementes.

Consumidores do mundo inteiro estão mais conscientes da importância de uma alimentação equilibrada, com qualidade e segurança, em busca de uma melhor qualidade de vida e da prevenção de doenças. Essa consciência tem refletido em maior exigência por alimentos de qualidade e seguros. Além disso, verifica-se uma expectativa de minimização dos impactos ambientais advindos de uma exploração agrícola desprovida de princípios de sustentabilidade. Nesse cenário pujante da agricultura brasileira, seja convencional, seja não convencional (com toda a amplitude de sistemas de produção, do convencional, dependente de agrotóxicos, ao

agroecológico, passando pelo orgânico), as pesquisas agrícolas vêm respondendo com reconhecido mérito pelos avanços conseguidos.

O manejo de pragas é um dos recursos mais eficientes para garantir a expressão máxima de produção de uma cultura. Ademais, o manejo integrado é determinante para o sucesso do programa e a garantia da sustentabilidade da agricultura. Entre os princípios de manejo de pragas, este capítulo enfoca o da exclusão como estratégia para a redução dos prejuízos fitossanitários na agricultura. A abordagem do princípio de exclusão tem como foco a certificação de sementes, como forma de impedir a entrada de patógenos em uma área.

A necessidade de uso de sementes de boa qualidade



Embora botanicamente sejam idênticos, grãos e sementes são produtos distintos. A Lei n.º 10.711 (BRASIL, 2003), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, define o termo “semente” como material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha a finalidade específica de semeadura. É importante destacar que, assim como a semente, o grão, que é resultado de reprodução sexuada, pode ser semeado e dar origem a uma nova planta. Entretanto, sua finalidade específica é o consumo (diretamente ou processado), e não a semeadura.

Quanto à viabilidade da adoção de “sementes” no empreendimento rural, não há dúvidas de que a relação custo/benefício é claramente favorável à adoção incondicional dessas. Toda produção agrícola depende de sementes de boa qualidade, independentemente do quantitativo e do destino dado à produção: consumo próprio, escambo ou comercialização. Assim, qualquer que seja o agente – empresário do agronegócio, pequeno produtor que produz para a própria subsistência e de sua família e até mesmo comunidades quilombolas e indígenas –, todos dependem da adoção de sementes de boa qualidade.

Qual é o papel da semente no contexto da sustentabilidade da produção agrícola? E no caso da olericultura? Há disponibilidade de sementes de boa qualidade? E quanto à qualidade sanitária das sementes? E sobre os avanços na tecnologia de produção de sementes? O que dizer do arcabouço legal sobre a produção de sementes e sobre o sistema de certificação no Brasil? E a respeito do mercado informal de sementes? Essas e outras questões serão discutidas ao longo do texto, de modo a contextualizar a importância da adoção de sementes certificadas para garantir um empreendimento olerícola sustentável.

O papel da semente no contexto de sustentabilidade da produção agrícola



Em primeiro lugar, as sementes são consideradas insumos básicos para a produção de alimentos em geral,

pois é fato que a maior parte das culturas que servem de alimentação para o ser humano é propagada por sementes, majoritariamente aquelas provenientes de reprodução sexuada. Em segundo lugar, é importante entender que a semente é o insumo básico para uma agricultura de alto desempenho. Parte substancial do grande salto de produtividade agrícola nas últimas décadas deve-se às inovações tecnológicas do setor sementeiro. Com o progresso advindo dos resultados de pesquisa ao longo dos anos, a semente passou a ser depositária de grande parte de tecnologias que apresentaram impacto significativo no manejo das lavouras e que permitiram a obtenção dos sucessivos recordes de produtividade. A semente pode ser considerada, de fato, um “pacote tecnológico” de ponta. Hoje, temos à disposição do setor produtivo um amplo portfólio de cultivares, com diferentes atributos, que conferem elevada produtividade, tais como adaptação às mais diversas condições de solo e clima, tolerância e/ou resistência a estresses bióticos e abióticos, e adaptação à mecanização em diversas fases do ciclo cultural. É fato que os resultados positivos advindos de tais atributos somente serão atingidos se, nesse pacote tecnológico, estiver embutido uma semente de qualidade, de modo que a cultivar possa expressar seu potencial produtivo.

As sementes e o setor olerícola



exigente mercado consumidor reclama, cada vez mais, a sustentabilidade econômica, ambiental e social da atividade olerícola. O desenvolvimento de hortaliças

mais produtivas e com maior valor nutricional constitui um desafio constante para a comunidade científica. Isso, aliado à adequação dos sistemas de produção, considerando as condições climáticas específicas para as diferentes espécies, e os avanços na tecnologia de produção de sementes são fatores que determinarão lavouras altamente produtivas.

A viabilidade econômica da produção de hortaliças depende, em grande parte, da redução das perdas advindas do ataque de diversas pragas, da competição com plantas daninhas e das perdas decorrentes de fatores abióticos adversos. Em geral, as hortaliças são suscetíveis a um grande número de pragas e doenças. Algumas características do sistema de produção podem, ademais, aumentar a suscetibilidade das plantas, criando um microclima favorável à ocorrência de enfermidades, fazendo, assim, que os problemas fitossanitários em olericultura assumam importância peculiar. Por isso, o setor sementeiro de hortaliças, para garantir a qualidade de seu produto, investe pesadamente em tecnologia, insumos, recursos humanos e infraestrutura.

A disponibilização de híbridos e cultivares nacionais de hortaliças por parte das empresas produtoras tem sido significativa. Eles contribuem, assim, para manter e multiplicar as melhores seleções das cultivares lançadas pelas instituições oficiais de pesquisa, complementando a lista de materiais ofertados ao setor produtivo. Portanto, a comercialização de sementes de hortaliças, apesar de ser considerada uma atividade puramente comercial, econômica e geradora de lucros, possui também um aspecto social.

Graças a esse portfólio de sementes de hortaliças, os produtores melhoram sua produtividade e a qualidade dos produtos, refletindo tudo isso em maiores lucros e benefícios aos demais membros da comunidade. Além disso, a disseminação de outros conhecimentos, como as boas práticas agrícolas (BPA), a conservação dos solos e dos recursos hídricos, a garantia do bem-estar dos trabalhadores rurais e a consciência da presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, vem contribuindo para tornar a atividade olerícola economicamente viável, ambientalmente segura e socialmente justa. Essa preocupação garante maior segurança ao agricultor, ao consumidor e à economia em geral.

O que é uma semente de boa qualidade?



Semente de boa qualidade é aquela que germina originando uma plântula normal e sadia. Ela possui todas as estruturas essenciais desenvolvidas, ou seja, a parte vegetativa, constituída dos sistemas radicular e aéreo, em pleno desenvolvimento. Entre os atributos que influenciam a qualidade das sementes estão, além das características genéticas, como a resistência a doenças e o ciclo de maturação, as qualidades físicas (presença de material inerte, como torrões de solo e de sementes de outras culturas ou cultivares), fisiológicas (germinação e vigor) e sanitárias (ausência de agentes causadores de doenças). Esses atributos afetam diretamente o desempenho da lavoura e os custos

de produção, na medida em que podem determinar a população adequada de plantas, reduzir a necessidade de aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, e criar a possibilidade de replantio.

Nesse ponto, é importante refletir primeiramente sobre a importância da sanidade vegetal, que é um fator crítico de produção na atividade agrícola e pode representar ameaça direta à competitividade e à sustentabilidade. Epidemias decorrentes da introdução de pragas em novas áreas constituem, também, uma grande preocupação em todas as regiões agrícolas do mundo. São diversos os relatos de tais ocorrências, com consequências muitas vezes catastróficas, que podem comprometer totalmente a produção agrícola. A introdução inadvertida de pragas que se tornaram de importância econômica em diferentes cultivos já provocou danos irreparáveis ao longo da história. Não é por outro motivo que os governos nacionais adotam severas ações de segurança biológica, tais como os serviços quarentenários, para impedir a entrada de pragas e patógenos exóticos no país. Existem procedimentos legais que possibilitam introduções disciplinadas, sob o resguardo de um sistema de vigilância sanitária.

A semente favorece especialmente os agentes que possuem baixa ou nenhuma mobilidade natural, tais como bactérias, vírus, viroides, fitoplasmas, nematoides e cochonilhas, facilmente transportados em material de propagação. Além disso, a qualidade sanitária e fisiológica de um lote de sementes vai determinar a conservação desse insumo durante o armazenamento, contribuindo para que sejam

alcançados níveis satisfatórios de produtividade e qualidade final do produto por ocasião da colheita.

Para um grande número de doenças que acometem as diferentes culturas, as sementes constituem o mais eficiente agente de sobrevivência, introdução e disseminação de pragas em áreas isentas. Daí o fundamento da grande preocupação com o comércio de sementes a curtas ou longas distâncias.

Os avanços da tecnologia de produção de sementes



Os avanços da tecnologia têm contribuído para o estabelecimento de sistemas bastante criteriosos para a produção de sementes, com níveis mais elevados de qualidade sob todos os aspectos – genética, fisiológica e sanitariamente. Tecnologias de semeadura de precisão, cultivo protegido, sistemas computadorizados, fertirrigação, programas de manejo integrado de pragas, uso frequente de híbridos, entre outras, têm caracterizado a produção de sementes no Brasil. Apesar do uso ainda incipiente, muitas estratégias biotecnológicas da tecnologia de produção de sementes vêm sendo aplicadas em variadas funções, como: a) na determinação da pureza genética de cultivares e na identificação de misturas físicas de sementes de difícil discriminação; b) no estabelecimento de sistemas de caracterização molecular de cultivares que possibilitem subsidiar e/ou fornecer amparo legal para a proteção de cultivares; e c) na diagnose molecular de fitopatógenos associados às

sementes que possam comprometer a qualidade sanitária. Ou seja, os progressos advindos da revolução tecnológica da biologia molecular e da análise genômica têm sido progressivamente incorporados nos sistemas de produção de sementes, mais em umas do que em outras culturas, a depender dos custos de implementação e de manutenção, geralmente elevados. O processo da produção de sementes de qualidade exige, além de um amplo e rigoroso sistema de controle interno de qualidade, por parte das empresas produtoras, o cumprimento de leis e normas estabelecidas pelo Mapa e outros órgãos reguladores, as quais determinam padrões mínimos de qualidade e controle do processo produtivo.

O arcabouço legal referente à produção de sementes no Brasil



A legislação brasileira é considerada uma das mais organizadas e rigorosas nesse quesito. O Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), instituído nos termos da Lei nº 10.711 (BRASIL, 2003) e de seu regulamento, aprovado pelo Decreto nº 5.153 (BRASIL, 2004), assim como as instruções normativas específicas, têm por objetivo garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional. A fiscalização federal agropecuária atua amparada por essa legislação. Compete ao Mapa promover, coordenar, normatizar,

supervisionar, auditar e fiscalizar as ações decorrentes da lei e de seu regulamento, cabendo aos estados e ao Distrito Federal elaborar normas e procedimentos complementares, relativos à produção de sementes e mudas, bem como exercer a fiscalização do comércio estadual. A disponibilização de sementes e mudas com identidade e qualidade é de responsabilidade e obrigação dos entes que fazem parte do SNSM. A produção de sementes orgânicas foi recentemente normatizada com a criação do Regulamento Técnico para Produção de Sementes e Mudanças em Sistemas Orgânicos, via Instrução Normativa nº 38 (BRASIL, 2011), do Mapa. Sementes produzidas no sistema convencional, assim como no sistema orgânico, desde que atendidos os critérios de qualidade preconizados na legislação pertinente, constituem insumos do setor produtivo agrícola imbuídos no conceito de sustentabilidade.

A certificação de sementes



Esse é o processo de produção de sementes executado mediante o controle de qualidade em todas as etapas do seu ciclo, incluindo o conhecimento da origem genética e o controle de gerações. O documento emitido pelo certificador (o certificado de sementes) é o comprovante de que o lote de sementes foi produzido de acordo com as normas e os padrões de certificação estabelecidos. No território nacional, a organização do sistema de produção de sementes e o processo de certificação são promovidos pelo Mapa que, por

meio do estabelecimento de padrões de identidade e qualidade da semente, contribui fortemente para assegurar um padrão de produtividade em nível, no mínimo, satisfatório. As regras para análise de sementes (RAS) têm a finalidade de disponibilizar métodos para análise de sementes, para suprir as necessidades dos laboratórios que atendem ao sistema de produção de sementes no Brasil. Essas regras são atualizadas de acordo com as regras internacionais de análise de sementes prescritas pela International Seed Testing Association (Ista) e incorpora a experiência e os avanços em análise de sementes no Brasil. As RAS são de uso obrigatório nos laboratórios de análise de sementes credenciados pelo Mapa. O fato é que a incorporação das regras internacionais de análise de sementes, em um cenário de globalização, facilita a intensificação do comércio internacional.

Uma das tecnologias a que se deve o aumento da produção olerícola em um cenário agrícola altamente competitivo é, de fato, o uso intensificado de sementes certificadas de variedades melhoradas e híbridos de elevado desempenho agrônômico. O uso de sementes certificadas provenientes de empresas idôneas é garantia da comprovação da qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. Nesse último aspecto, é importante ressaltar que um grande número de doenças importantes pode ser transmitido pelas sementes. Todos – produtores e consumidores – se beneficiam ao utilizarem sementes certificadas, pois, para os primeiros, as sementes garantem maior produtividade e uniformidade, e, para os últimos, contribuem significativamente para um alimento de melhor qualidade. Os benefícios econômicos decorrem do aumento de produtividade, que leva à diminuição dos preços das

hortaliças para os consumidores e ao aumento da qualidade dos produtos ofertados, agregando-se maior valor comercial. Além disso, em se tratando de benefícios ao meio ambiente, é importante registrar que um dos principais focos do melhoramento genético é a obtenção de plantas resistentes a doenças e, tendo como produto tecnologias embutidas em sementes de alta qualidade, a adoção desse pacote tecnológico pode conduzir a uma expressiva redução no uso de agrotóxicos. Dessa maneira, as tecnologias associadas ao insumo semente ao mesmo tempo que garantem a produção, incrementam a produtividade e dispensam a incorporação de novas áreas de cultivo, contribuindo, assim, para a preservação ambiental.

O mercado informal de sementes



A semente produzida fora do sistema de certificação não apresenta origem comprovada e garantia de qualidade. A sua utilização pode resultar em menores produtividades e na elevação dos custos durante a condução das lavouras e em dispersão de patógenos e pragas, levando à necessidade da aplicação, por vezes, indiscriminada, de agrotóxicos. Tudo isso vai implicar maiores danos ao meio ambiente. Pode-se dizer que existem dois tipos de sementes informais: a semente “salva” (ou semente de uso próprio), reservada da lavoura de grãos pelo produtor, para uso próprio; e a semente ilegal (ou “pirata”), que é produzida à margem da lei e comercializada informalmente.

A semente “salva”, na qual se enquadram as sementes crioulas, muito utilizadas na agricultura agroecológica, é uma semente informal e, portanto, está sujeita a contaminação. Assim, seu uso pode estar associado aos processos de dispersão de pragas e patógenos. Da mesma forma, a semente “pirata” pode representar uma verdadeira bomba de efeito retardado, por ser potencial fonte de introdução e dispersão de pragas, doenças e plantas daninhas. Na prática, o termo “pirata” tem sido usado para qualquer semente ou muda produzida fora das regras do Sistema Nacional de Sementes e Mudas, seja ou não de cultivar protegida. O risco fitossanitário é, sem dúvida, o grande vilão da pirataria de sementes e mudas. Pragas introduzidas e disseminadas por sementes contrabandeadas são ameaças constantes para a agricultura brasileira. Ainda assim, o uso de sementes informais é fator de incentivo ao contrabando de agrotóxicos, que seriam usados para controlar doenças e pragas introduzidas, com reflexos diretos no meio ambiente. Uma das estratégias do Mapa consiste em garantir a oferta de sementes e mudas de qualidade e incentivar o produtor a recorrer ao sistema formal de sementes certificadas. Visa-se estimular a utilização de sementes certificadas no Brasil por meio das ações de fiscalização federal agropecuária contra a pirataria.

Considerações finais



uso de sementes legais, ou seja, desenvolvidas e produzidas conforme os exigentes padrões do Sistema

Brasileiro de Sementes e Mudas, tem sido a base da elevada adesão dos produtores brasileiros ao emprego de tecnologia. O uso de sementes certificadas encontra respaldo no conceito de sustentabilidade agrícola. É sustentável o uso de um insumo que garanta maior desempenho agrônômico, pelo fato de ter sido produzido sob critérios rigorosos de padrões de qualidade. É sustentável potencializar os atributos de uma semente, fazendo-a se tornar um insumo capaz de expressar todo o seu potencial genético, fruto de todo o trabalho de melhoramento genético envolvido na sua concepção. É sustentável semear um lote de sementes que possam expressar resistência às doenças que acometem a cultura ao longo do seu ciclo, diminuindo a dependência de agrotóxicos. Assim, a viabilidade da produção olerícola sustentável depende da utilização de cultivares com origem e procedência conhecidas. Isso ajuda a entender a necessidade de investimentos em sementes certificadas, e em infraestruturas adequadas, e de conhecimentos e uso de tecnologias avançadas, que garantam sua qualidade. E de excelência, exatamente porque faz uso de um material genético “cheio” de tecnologia e ciência embutida.

Referências



BRASIL. Decreto nº 5.153 de 22 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 jul. 2004.

BRASIL. Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 ago. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 2 de agosto de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2011. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_038_de_02-08-2011.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016.

Literatura recomendada



ABRASEM. **Anuário da Abrasem 2013**. Pelotas: Becker e Peske, 2013. 118 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

MARINHO, V. L. A.; MARQUES, A. S. A.; BUSO, G. S. C.; PARENTE, P. M. G. Importância da quarentena no controle de doenças transmitidas por sementes de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 3-6, 1995.

NAÇÕES UNIDAS. **World population prospect: the 2012 revision**. Data sources and meta information. New York:

Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2013.

SÁ, H. S.; AZEVEDO, D. B. Pirataria de sementes: influências e riscos para o agronegócio brasileiro. **Revista da ABPI**, n. 120, Set./Out. p. 23-37, 2012.

SÁ, H. S.; CASTRO, T. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; SILVA, I. S. Pirataria de sementes: impactos sobre a qualidade dos alimentos e segurança alimentar global. **Revista da ABPI**, n. 126, p. 36-49, Set./Out, 2013.

SCHUMANN, G. L.; D'ARCY, C. J. **Hungry planet: stories of plant diseases**. St Paul: American Phytopathological Society, 2012. 304 p.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963.

WHETZEL, H. H. The terminology of plant pathology. **Proceedings of the International Congress of Plant Science**, v. 2, p. 1204-1215, 1929.



A importância do uso de materiais de
propagação vegetativa
de alta qualidade fitossanitária
(livres de vírus): estudos de caso
sobre alho, batata e batata-doce

Fernanda Rausch Fernandes
Mirtes Freitas Lima

A importância do uso de materiais de propagação vegetativa de alta qualidade fitossanitária (livres de vírus): estudos de caso sobre alho, batata e batata-doce

Resumo

A cultura de tecidos vegetais é uma ferramenta com elevado potencial de aplicação no melhoramento vegetal, podendo ser utilizada tanto para a multiplicação de material genético para intercâmbio e avaliação de germoplasma, quanto para a produção de mudas livres de vírus. O processo de limpeza clonal é utilizado em várias espécies vegetais de propagação vegetativa, como citros, maçã, morango, abacate e cana-de-açúcar, visando à eliminação de patógenos de material propagado vegetativamente. O objetivo é produzir mudas saudáveis, livres de doenças, especialmente aquelas causadas por vírus, mais produtivas e com alta longevidade no campo, para serem distribuídas como matrizes a viveiristas e, dessa forma, reduzir ou eliminar o risco de disseminação de patógenos para áreas onde ainda não ocorrem. A Embrapa Hortaliças e instituições parceiras desenvolveram metodologias eficientes de limpeza clonal de culturas de propagação vegetativa, tais como alho (*Allium sativum* L.), batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] e batata (*Solanum tuberosum* L.), que são acometidas por diversas doenças de etiologia viral.

Termos para indexação: limpeza clonal, cultivo in vitro, vírus, *Allium sativum*, *Ipomoea batatas*, *Solanum tuberosum*.

The importance of using plant propagation material of high phytosanitary quality (virus-free): case studies on garlic, Irish-potato and sweet-potato

Abstract

Plant tissue culture is a tool with high potential for application in plant breeding; it can be used for multiplication of genetic material for exchange and germplasm evaluation as well as for production of virus-free seedlings. Clonal cleaning is a process used for various vegetative propagation species, such as citrus, apple, strawberry, avocado and sugarcane, to eliminate pathogens from material which resulted from vegetative propagation. The main goal is to produce healthy, disease-free (especially free of diseases caused by viruses) and more productive seedlings with greater longevity in the field, to be distributed as genetic backbone to nurserymen, thus reducing or eliminating risks of spreading pathogens on new areas. Embrapa Hortaliças and its partner institutions have developed efficient methods for clonal cleaning vegetative propagation crops, such as garlic, sweet-potatoes and Irish-potatoes, which are affected by many viral diseases.

Index terms: Clonal cleaning; in vitro cultivation, virus, *Allium sativum*, *Ipomoea batatas*, *Solanum tuberosum*.

Introdução



produção de hortaliças, no Brasil e no mundo, é uma atividade altamente diversificada. Pelo fato de a olericultura ser praticada normalmente em pequenas áreas e fazendo uso intensivo de mão de obra, sua cadeia produtiva atende aos propósitos de inclusão social e econômica. Na produção de alimentos, as hortaliças constituem um mercado peculiar, pois fatores como diversidade, sazonalidade e qualidade influenciam diretamente o mercado. A pressão de preços é significativa, especialmente pelo fato de o mercado ser altamente competitivo e pela alta perecibilidade dos produtos depois da colheita. Tema deste capítulo, as hortaliças do grupo raízes, bulbos e tubérculos são produzidas em muitos estados brasileiros. Seus produtos apresentam, como características marcantes, maior durabilidade pós-colheita até a comercialização e resistência ao transporte, quando comparados às demais hortaliças.

Esse grupo de hortaliças, diferentemente de outros em que se utilizam sementes para o plantio – como tomate, pimentão, cebola e cenoura –, é propagado vegetativamente (via assexual). Nesse tipo de multiplicação, em que não há participação dos órgãos sexuais (flores), a planta gerada é geneticamente idêntica à planta-mãe, e a multiplicação é realizada por partes vegetativas da planta, também conhecidas como material propagativo ou mudas. Durante a propagação sexuada, no processo de formação das

sementes, muitos patógenos, em especial os vírus, são “filtrados”, de forma a proteger as sementes desses patógenos, evitando, assim, sua disseminação em lavouras comerciais.

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, incapazes de se multiplicarem fora de uma célula hospedeira. No processo infeccioso, esses agentes invadem as células das plantas, fazendo com que se tornem sítios de multiplicação de suas partículas. Até que os sintomas provocados pela infecção causada por esses agentes sejam exteriorizados, a planta permanece assintomática, porém com infecção latente, período em que são equivocadamente consideradas saudas. Essa é a forma mais comum de disseminação de vírus por meio de material propagativo supostamente livre de vírus.

A utilização de material de plantio livre de pragas e doenças deve ser o primeiro passo no estabelecimento de novas lavouras, sendo esse, aliás, um dos requisitos para o sucesso de qualquer sistema de cultivo agrícola. Muitos dos problemas que ocorrem durante a fase de desenvolvimento das plantas – colaborando para sua predisposição a doenças e resultando na redução da absorção de nutrientes e, conseqüentemente, em menor produtividade – podem ser atribuídos à utilização de materiais propagativos contaminados por vírus. Entre as medidas de caráter preventivo a serem adotadas para a solução desse problema está o plantio de material propagativo sadio, medida essencial em se tratando de culturas de propagação assexuada, como é o caso das plantas tratadas neste capítulo.

A propagação vegetativa favorece o acúmulo e a disseminação de vírus ao longo dos ciclos de cultivo, além de aumentar a probabilidade de ocorrência de infecção latente, quando as plantas – apesar de infectadas – não manifestam sintomas aparentes. A planta infectada atua, então, como fonte de vírus, de onde são disseminados por seus vetores. Como consequência, a planta perde gradativamente o seu potencial produtivo, em um processo chamado degenerescência.

Diversos grupos de organismos atuam como vetores de vírus que infectam plantas, sendo que a maioria é transmitida por insetos, que são os vetores mais comuns. Apesar de a transmissão por insetos ser a mais conhecida, alguns vírus de relevância econômica são também transmitidos por outros agentes, tais como ácaros, fungos e nematoides. A disseminação desses patógenos pode acarretar perdas significativas, com redução da produtividade, que pode atingir níveis superiores a 50%. A importância das infecções virais pode ser subestimada pelo fato de os sintomas nas plantas não serem tão evidentes em alguns casos e por provocarem apenas redução do vigor e declínio da planta, com reduzidos reflexos na produção, e não causando a morte das plantas. Entretanto, em virtude da degenerescência gradual do material propagativo, a planta debilitada pode ser mais facilmente acometida por infecções causadas por outros grupos de fitopatógenos e/ou por desordens metabólicas ou nutricionais.

Os vírus comprometem o metabolismo da planta infectada, já que se utilizam da “maquinaria” biossintética da hospedeira em seu próprio benefício, na síntese de proteínas e ácidos nucleicos virais, assim como

na síntese de novas partículas. Dessa forma, a sobrevivência e a replicação desses agentes dependem do aparato celular da planta hospedeira, que afeta a sua síntese de proteínas e os processos de fotossíntese, transporte de compostos resultantes da fotossíntese (fotoassimilados) e de ação hormonal, com consequências diretas sobre a planta que, geralmente, se torna debilitada e menos produtiva. Pode-se afirmar que não há estratégias de controle que sejam eficientes e que possam ser adotadas no controle dos vírus depois da implantação de lavouras com materiais propagativos infectados por esses patógenos.

As medidas a serem adotadas para evitar o processo de degenerescência por vírus são de caráter preventivo e essencialmente profiláticas, devendo ocorrer antes do estabelecimento do plantio no local definitivo. Algumas medidas de manejo que integram a utilização de diferentes práticas culturais podem ser implementadas visando à redução das fontes de inóculo do vírus, que são os locais sobre ou dentro dos quais esses patógenos sobrevivem e perpetuam-se, e também do vetor em campo. Essas medidas consistem na destruição de plantas infestantes e plantas voluntárias, que podem atuar como reservatório do patógeno e/ou do vetor nas proximidades da lavoura, além de destruição dos restos culturais logo após a colheita.

A aplicação de agrotóxicos recomendados para o controle químico do vetor visando reduzir a disseminação do vírus em campo pode não ser efetiva, dependendo do tipo de relação entre vírus e vetor. Outra estratégia é a utilização de fontes de resistência genética, que é a medida mais desejável e eficiente no

controle de doenças; entretanto, nem sempre elas estão disponíveis. Essas e outras medidas, quando adotadas conjuntamente, podem evitar e/ou reduzir, de forma significativa, as perdas na produção. Portanto, é importante divulgar informações dessa natureza a técnicos e produtores, reafirmando a relevância da adoção de técnicas básicas de manejo, para evitar ou reduzir a disseminação de vírus no campo.

As fases de desenvolvimento do material propagativo livre de vírus são realizadas em laboratórios especializados, pois requerem mão de obra preparada. Compreendem a seleção de plantas vigorosas, assintomáticas e sabidamente sadias como matrizes, a limpeza clonal por meio da utilização de técnicas de cultura de tecidos e, finalmente, a submissão dessas plantas à indexação, que são testes biológicos, sorológicos e moleculares visando à certificação da sua sanidade. Uma vez cumpridas essas etapas, as plantas comprovadamente sadias (básicas) formarão o estoque de plantas-matrizes que estarão aptas a fornecer material propagativo a viveiristas especializados, para a produção de mudas sadias, em local protegido.

A limpeza clonal é uma técnica muito utilizada para se obterem plantas livres de patógenos, particularmente os de origem viral. A obtenção de plantas oriundas de limpeza clonal é antiga e vem sendo utilizada desde 1952 (MOREL; MARTIN, 1952), tendo ganhado importância por causa da inexistência de produtos químicos capazes de erradicar vírus em plantas infectadas. Os benefícios resultantes da utilização dessa técnica são promissores.

A limpeza clonal propicia, às culturas propagadas vegetativamente, a recuperação da sua capacidade produtiva, perdida pelo acúmulo de vírus estabelecidos na cultura ao longo dos ciclos consecutivos.

Algumas etapas devem ser rigorosamente seguidas para se obter sucesso no emprego da técnica, sendo a primeira a seleção de plantas doadoras que apresentem excelente estado fisiológico e sanitário e, dessa forma, que sejam vigorosas e assintomáticas para o fornecimento de explantes a serem utilizados no processo de limpeza clonal. Os explantes são células, tecidos ou órgãos vegetais usados para iniciar culturas *in vitro*. As plantas obtidas por meio desse processo devem ser submetidas à indexação, que consiste no emprego de testes de detecção viral, sensíveis e acurados na análise das plantas produzidas, para a certificação de sua sanidade, considerando-se que praticamente plantas desenvolvidas *in vitro* não exibem sintomas de infecção viral quando infectadas.

As plantas básicas assim obtidas servirão como doadoras no fornecimento de material propagativo (borbulhas, estacas, gemas, ramas, tubérculos) para a produção de mudas, o que deve ser feito em ambiente protegido, reduzindo-se a exposição desses materiais e, conseqüentemente, os riscos de se tornarem infectados.

O desenvolvimento e a adoção dessa técnica representaram um caminho promissor para um novo patamar tecnológico de qualidade na produção de plantas propagadas vegetativamente. Entretanto, é importante ressaltar que, entre os materiais disponíveis para comercialização tidos como “livres de vírus”,

alguns podem ter sido oriundos de plantas sem sintomas aparentes de virose; portanto, não foram submetidos a testes rigorosos de indexação, como necessário. Assim, essas matrizes podem estar acometidas por infecções virais latentes; nesse caso, embora infectadas, não houve expressão de sintomas nas mudas produzidas em viveiros. A inspeção visual à procura de sintomas é necessária, mas, isoladamente, é um método considerado insuficiente na seleção de plantas denominadas “livres de vírus”. Uma planta só deve ser considerada livre de vírus depois de terem sido empregados métodos diagnósticos conhecidos para as respectivas espécies virais.

Vale ressaltar que nem todas as plantas obtidas por meio do processo de limpeza clonal têm assegurada a erradicação viral, em virtude das características biológicas desses patógenos, da distribuição desuniforme das partículas virais nos tecidos vegetais da planta infectada e do caráter aleatório do processo de limpeza clonal. Dessa forma, é preciso avaliar o êxito do uso da técnica mediante o emprego de testes diagnósticos que possibilitem a detecção viral; entretanto, a realização de análises muito precocemente em plantas muito pequenas e jovens apresenta o risco de obtenção de falso-negativos.

Neste capítulo, serão enfatizadas três hortaliças para as quais a Embrapa Hortaliças desenvolveu materiais livres de vírus com o emprego da limpeza clonal e da indexação.

Perdas ocasionadas por vírus são muito comuns em plantios de alho, batata-doce e batata no Brasil, assim como também em áreas produtoras de todo o

mundo. No caso de plantas propagadas vegetativamente, o uso de material sadio tornou-se a principal estratégia a ser utilizada para reduzir as perdas ocasionadas por infecções virais.

Alho



alho (*Allium sativum* L.) é uma cultura muito apreciada pelos brasileiros graças a sua multiplicidade de uso, ou seja, por causa de suas propriedades condimentares, nutracêuticas e terapêuticas. Em 2012, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (CONAB, 2013), a produção brasileira de alho foi de 108.393 t. Os resultados da pesquisa contribuíram sobremaneira para o incremento da produção, como a seleção de genótipos em cultivares mais adaptadas às diferentes variações edafoclimáticas, encontradas nas diversas regiões produtoras. A técnica de vernalização, que consiste na frigidificação a baixas temperaturas, por um determinado período, em ambiente com umidade controlada, permitiu a expansão do cultivo das cultivares de alho nobre, especialmente do plantio de clones de alho obtidos no processo de limpeza viral.

Embora o Brasil apresente excelentes condições edafoclimáticas ao desenvolvimento da cultura do alho, ainda não consegue suprir a demanda de abastecimento do mercado interno, razão por que importa, especialmente da China, grande parte do alho consumido. No País, há forte demanda pelo

aumento quantitativo e qualitativo da produção de alho, com redução dos custos de produção, haja vista que, com a entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC), em 2003, o produtor nacional foi demasiadamente afetado por conta do preço competitivo do alho chinês, bem mais baixo, por causa do uso de mão de obra muito barata e subsidiada na produção.

O alho é propagado por meio de bulbilhos ou “dentes”, ou seja, cada “dente” é uma unidade propagativa, e o conjunto de bulbilhos usado para o plantio é chamado alho-semente. O uso de alho comercial como semente é perigoso, pois, como nesse tipo de material não há controle de qualidade, ele pode estar infectado com patógenos, em especial vírus, que podem ser detectados apenas em laboratórios especializados, com o emprego de determinadas técnicas.

Nesse contexto, chama-se a atenção para a introdução de materiais de procedência duvidosa, pois sua qualidade pode estar comprometida. Esse cuidado é particularmente necessário quando esses materiais são oriundos de países nos quais os padrões tecnológicos são mais baixos, quando comparados aos padrões nacionais, e os sistemas de controle de sanidade são pouco rigorosos.

Uma medida recente que muito beneficiou a cadeia produtiva do alho chegou por meio da Instrução Normativa nº 2 (BRASIL, 2013), de autoria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que aprova os requisitos fitossanitários básicos para a importação de bulbos de alho produzidos na China. Segundo determina o documento, o

produto importado deverá estar livre de resíduos vegetais e de solo, e acompanhado de certificado fitossanitário (CF), emitido pela Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF) da República Popular da China, acompanhado de algumas declarações. Até então, todo alho importado da China ingressava no Brasil sem nenhum tipo de controle fitossanitário. Essa medida é de crucial importância, pois é do conhecimento geral a magnitude do risco de introdução de novas pragas em um país.

No Brasil, embora existam muitos obstáculos para o produtor de alho, verificou-se, nos últimos anos, um grande incremento tecnológico no sistema de produção dessa cultura, que culminou com o aumento significativo da produtividade e da qualidade. Uma das tecnologias que mais contribuíram para esse processo foi a do alho livre de vírus. Os produtores, cientes de que o rendimento da produção é diretamente proporcional ao tamanho e à qualidade do material propagativo, passaram a recorrer a esse insumo.

A produção do alho em todo o mundo tem sido afetada por diversos patógenos, destacando-se as infecções virais, que são causadas por um complexo formado por várias espécies, pertencentes a grupos taxonômicos diferentes (gêneros *Potyvirus*, *Carlavirus* e *Allexivirus*). Muitas das espécies desse complexo acometem a cultura. No Brasil, já foram relatadas as seguintes espécies: *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV), *Garlic common latent virus* (GCLV), *Shallot latent virus* (SLV), *Garlic virus C*

(GarV-C), *Garlic virus D* (GarV-D) e *Garlic miteborne filamentous virus* (GarMbFV).

Os sintomas mais comuns apresentados pelas plantas de alho infectadas com vírus são: estrias cloróticas foliares, com tonalidades que variam entre o amarelo-claro e o verde-claro, enfezamento (raquitismo, atrofiamento), nanismo da planta e, consequentemente, redução do tamanho dos bulbos (FERNANDES et al., 2013). Os vírus acumulam-se nos bulbos de geração em geração, o que facilita a perpetuação desses patógenos. Como a infecção pelo complexo viral não induz a morte das plantas, a doença pode passar despercebida pelos agricultores, e isso representa um grande problema, pois a infecção, por uma ou mais espécies de vírus, promove queda severa na produção dos bulbos e propicia a presença contínua de fontes de inóculo no campo.

As infecções causadas por vírus são difíceis de ser evitadas em virtude da transmissão por vetores e da eficiente transmissão por meio do alho-semente contaminado. A forma de controle mais viável é o plantio de alho-semente livre de vírus e em condições que minimizem as reinfecções. Desde 1992, a Embrapa Hortaliças vem desenvolvendo pesquisas que subsidiam um sistema de produção de alho-semente sadio. Para tanto, conta com a colaboração de parceiros externos, como a Universidade de Brasília (UnB), e o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), instituições essas que estão representadas em diversos estados e administrações municipais.

Nesse período, foram desenvolvidas várias pesquisas, a saber: a) foram produzidas plantas livres de vírus da cultivar Amaranthe, pelo cultivo de ápices caulinares, associado à termoterapia (TORRES et al., 2000); b) foram descritas espécies de *Potyvirus*, *Carlavirus* e *Allexivirus* associadas ao alho (FAJARDO et al., 2001; MELO FILHO et al., 2004); c) foi feita a estimativa da degenerescência do alho livre de vírus da cultivar Amaranthe (MELO FILHO et al., 2006); d) foi produzido antissoro policlonal para a detecção de *Garlic virus C* (GarV-C), mediado por expressão in vitro da capa proteica (ALVES JÚNIOR et al., 2008); e e) foram produzidos antissoros contra *Onion yellow dwarf virus* (OYDV) no Brasil e contra *Leek yellow stripe virus* (LYSV), produzido pelo Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (Iffive), ligado ao Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Inta), da Argentina (Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnología/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CBAB/CNPq). Ademais, encontra-se em processo de validação, por pequenos produtores dos estados da Bahia e de Minas Gerais, a tecnologia de produção de alho-semente com cultivares de alho-comum, obtidas pela técnica de limpeza clonal (DUSI et al., 2011; MELO et al., 2011), com o apoio da Emater-BA e da administração local (prefeituras de Boninal, Cristópolis e Cotegipe, na Bahia).

No Sul e em áreas mais frias do Sudeste do Brasil, são cultivadas variedades de alho classificadas como “nobres”, pois produzem bulbos (cabeças) de maior tamanho e com reduzido número de bulbilhos (de 8 a 12, em média). Para que essas variedades sejam produzidas em regiões mais quentes, é preciso,

antes do plantio, promover a quebra de dormência, por meio da técnica conhecida como "vernalização do alho-semente". Dessa forma, para a limpeza clonal de variedades de alho nobre, a vernalização deve preceder a seleção dos bulbilhos.

O processo de limpeza clonal utilizado na Embrapa Hortaliças abrange várias etapas: a seleção dos bulbilhos, a vernalização, a termoterapia, a excisão e o cultivo de ápices caulinares, a regeneração da planta e dos bulbilhos, a aclimatação dos bulbilhos e a indexação viral (TORRES et al., 2001). O aspecto saudável dos bulbilhos é, de certa forma, um indicador de altas taxas de regeneração de plantas e da eliminação viral.

A termoterapia dos bulbilhos *in vivo* consiste em mantê-los sob temperaturas elevadas e constantes, por um determinado tempo. A elevação da temperatura acima de certos níveis reduz a replicação viral, e o movimento dos vírus em plantas e a termossensibilidade variam de vírus para vírus. Dessa forma, o que a termoterapia promove é a indução de escapes, já que alguns tecidos “escapam” à invasão de partículas virais.

Depois desse procedimento, os bulbilhos são submetidos à excisão dos explantes, que são, posteriormente, cultivados *in vitro*, elevando a eficácia do processo de limpeza clonal. Os meios de cultura utilizados para o cultivo de explantes com concentrações de reguladores de crescimento indutores da parte aérea propiciam, inicialmente, o crescimento vegetativo e a formação de bulbilhos não diferenciados, *in vitro*, e, posteriormente, o seu crescimento, mas ainda sem se diferenciarem.

Depois de executada a vernalização para alcançar a quebra de dormência, induzida por baixa temperatura, promove-se o plantio dos bulbilhos em casa de vegetação, de forma que essa aclimatação ocorra em condições de temperatura e umidade controladas. Essas plantas são, então, submetidas à indexação viral, para que só aquelas que estejam livres de vírus permaneçam no processo.

Os bulbilhos são colhidos das plantas selecionadas e, no ano seguinte, depois da quebra de dormência, serão plantados. Depois das plantas formadas, procede-se à indexação para os principais vírus que infectam a cultura. Esse processo deve ser repetido até o momento em que se tenha certeza de que o material está livre de infecção viral. No caso do alho, três indexações devem ser realizadas. Essas três análises consecutivas são necessárias porque o processo de limpeza clonal pode ter promovido apenas a redução da concentração viral nas plantas, que pode ser inferior ao limiar de detecção pelos métodos diagnósticos.

Durante esses três cultivos sucessivos, a concentração do(s) vírus – porventura não eliminado(s) – pode atingir níveis detectáveis. Isso obriga o agricultor a monitorar periodicamente as plantas-matrizes oriundas de bulbos indexados por multiplicação em larga escala.

Finalmente, os materiais são multiplicados em ambiente protegido com tela, que previne a entrada de insetos vetores (tela antiafídeos), visando à produção de alho-semente de elevada qualidade fitossanitária. O material produzido é distribuído aos agricultores que produzem as próprias sementes, os quais vão,

assim, manter a qualidade fitossanitária inicial, em conformidade com o esquema preconizado pela Embrapa Hortaliças (MELO et al., 2011; RESENDE et al., 2011).

Os resultados têm sido bastante promissores, registrando-se, por exemplo, substancial incremento da produtividade em lavouras de pequenos agricultores onde estão implantadas unidades de produção de alho-semente obtido por essa tecnologia. A crescente demanda por tecnologias para o sistema de produção indica que o modelo apresentado conseguiu se adequar claramente aos princípios da sustentabilidade econômica e social em pequenas e grandes propriedades.

Batata



batata (*Solanum tuberosum* L.) está entre as quatro fontes alimentares mais importantes em todo o mundo, juntamente com o trigo, o arroz e o milho. A produção mundial de batata ficou em torno de 385 milhões de toneladas, destacando-se a China como o maior produtor mundial (25% do total produzido) (FAOSTAT, 2016). No Brasil, a cultura possui expressiva importância econômica, ocupando posição de destaque nos mercados interno e externo, na geração de renda, sendo também relevante do ponto de vista social, por conta da geração de empregos, tanto de forma direta quanto indireta, ao longo da cadeia produtiva. Em 2015, a produção brasileira de batata foi de 3.659.499 t (IBGE, 2016), considerada muito baixa

(tendo correspondido a 1,1% do total mundial) quando comparada com o maior produtor mundial. Mesmo assim, esses dados ressaltam a importância da cultura no contexto da agricultura nacional. No ano de 2014, foram produzidas no País 3.741.591 t (IBGE, 2015).

A planta de batata produz frutos similares aos frutos de tomate, embora muito pequenos e de coloração verde, onde se formam as sementes verdadeiras. No entanto, a cultura é multiplicada comercialmente de forma vegetativa, por meio de tubérculo-semente ou batata-semente. A utilização de tubérculo-semente garante a produção de plantas geneticamente idênticas, ou seja, com características da cultivar que está sendo plantada, assegurando, assim, uniformidade ao plantio. Essa forma de multiplicação, entretanto, favorece a transmissão de patógenos, via batata-semente, particularmente dos vírus. Portanto, as viroses – doenças de ocorrência frequente que afetam batateiras no Brasil e em diversas regiões produtoras em todo o mundo – constituem um dos principais desafios à produção, pela sua complexidade, pela inexistência de medidas eficazes de controle curativo e pela infecção, que pode resultar em degenerescência da cultura. No controle de viroses, as medidas a serem adotadas devem ser preventivas, visando reduzir ou evitar perdas na produção.

Atualmente, a situação da batata com relação à infecção por agentes virais é um pouco mais complexa do que era 10 anos atrás. Isso porque, no País, novas espécies virais vêm sendo frequentemente detectadas na cultura, causando prejuízos no campo, além daquelas espécies de vírus já conhecidas, e que, comprovadamente, se tornaram fator limitante à

produção quando detectadas na lavoura em alta incidência. Esses novos vírus, que são transmitidos por mosca-branca, pertencem, na classificação viral, a dois gêneros distintos de vírus: *Begomovirus* e *Crinivirus* (FREITAS et al., 2012; LIMA et al., 2011; SOUZA-DIAS et al., 2008). Uma das consequências mais danosas da infecção de plantas de batata por vírus é que, por ser sistêmica, a infecção chega até os tubérculos, perpetuando, assim, a transmissão dos vírus via material propagativo que, ao ser plantado, origina plantas e também tubérculos infectados.

A baixa qualidade sanitária da batata-semente verificada em alguns casos pode estar associada à acumulação de vírus no material propagativo infectado. Quando ciclos consecutivos da cultura são realizados, os vírus são transmitidos para as gerações seguintes, sendo perpetuados nos tubérculos, o que contribui, de forma significativa, para a degenerescência progressiva da cultura, que perde, gradualmente, vigor e capacidade produtiva. Essa situação propicia ainda a manutenção de fontes de inóculo dos diversos vírus no campo, em decorrência da presença de plantas oriundas de tubérculos doentes, favorecendo, assim, a disseminação secundária dos vírus. Essa ocorre por meio de insetos vetores – assim denominados por sua habilidade em adquirir e transmitir vírus –, propiciando a disseminação desses patógenos entre plantas no campo.

No Brasil, certos fatores – a exemplo de elevadas populações de insetos vetores de vírus, como pulgões e mosca-branca, presentes no campo, além da suscetibilidade das principais cultivares de batata plantadas no País, em particular ao *Potato virus Y*

(PVY) e ao *Potato leafroll virus* (PRLV) – agravam, conjuntamente, os danos causados à cultura. A transmissão do PVY e também do PRLV via tubérculos (HANE; HAMM, 1999; RAGSDALE et al., 2001; RUSSO et al., 1999) já contribui de forma significativa para a degenerescência da cultura; entretanto, a situação é agravada porque os begomovírus (CORDERO et al., 2003; LIMA et al., 2012; SOUZA-DIAS et al., 2008), assim como os crinivírus (FRANCO-LARA et al., 2013), também são transmitidos para as gerações seguintes por meio de tubérculos infectados. Ainda que se tenha conhecimento da transmissão de espécies dos dois últimos grupos de vírus em material propagativo de batata, as características epidemiológicas das doenças induzidas por esses vírus ainda não foram completamente desvendadas no Brasil. As perdas precisam, então, ser quantificadas e mais bem estudadas.

Lima et al. (2012) observaram que tubérculos colhidos de plantas naturalmente infectadas com begomovírus, em campo, apresentaram taxas de transmissão de 80% a 100%. Para PVY e PRLV, as perdas em produtividade variam muito, de 10% a 100% (TSEDALAY, 2015) e de 20% a 90% (RAHMAN; AKANDA, 2010), respectivamente. Em razão de sua grande diversidade, aliada à presença de muitas variantes biológicas (CROSSLIN, 2013; DAVIDSON et al., 2013), os maiores problemas verificados estão associados à ocorrência do PVY, tido como o principal vírus que infecta batata.

A extensão e a severidade dos danos causados por viroses em batata dependem de uma série de fatores, como: o nível de resistência da cultivar, a idade da planta na época em que ocorreu a infecção, a

proximidade das fontes do vírus e/ou do vetor, a ocorrência de infecção múltipla no caso de infecção da planta por mais de uma espécie de vírus, além da variante do vírus.

Uma das tecnologias utilizadas para garantir a produtividade da batata é a revitalização do material propagativo utilizado no plantio, que deve ser feita com frequência, com o objetivo de reduzir ou evitar a degenerescência da cultura. A limpeza clonal com o emprego de técnicas de cultura de tecidos é uma das medidas que têm sido amplamente empregadas na obtenção de plantas livres de vírus. A estratégia mais utilizada é o desenvolvimento de plantas-matrizes que tenham sido submetidas à indexação ainda em condições *in vitro*, e que as plantas sadias sejam propagadas por meio de microestacas e cultivo em ambiente protegido para a produção de batata-semente. Souza e Souza (1985) assim descreveram as etapas desse processo na obtenção de plantas de batata: a) seleção das plantas-matrizes que devem ser testadas quanto à presença de vírus e também de outro grupo de patógenos denominados viroides (por exemplo, o viroide do broto afilado), utilizando-se testes de detecção adequados e disponíveis; b) extração de meristemas; c) cultivo em meio de cultura suplementado com macro e micronutrientes e vitaminas; d) secção do ápice da planta formada, contendo três ou quatro gemas, e transferência para meio de cultura, onde deve permanecer por 15 a 20 dias; e) posterior indexação das plantas resultantes para os mesmos vírus para os quais as plantas-matrizes haviam sido testadas. As plantas sadias são propagadas *in vitro* por multiplicação rápida: são enraizadas,

transferidas para vasos e mantidas em casa de vegetação, onde são inspecionadas e submetidas à indexação por amostragem. Segundo Peters (1999), por meio desse processo, 24 mil tubérculos pré-básicos podem ser obtidos a partir de 6 mil plantas-matrizes.

A cultura de meristemas baseia-se na extração da extremidade do ápice da planta, que é constituído por um conjunto de células não diferenciadas, em constante divisão, e que, mantidas em condições nutricionais adequadas, são capazes de regenerar as plantas completas.

Atualmente, os testes mais utilizados na indexação do material obtido através da cultura de tecidos são os sorológicos, em particular o teste *Enzyme-linked immunosorbent assay* (Elisa) (CLARK; ADAMS, 1977), por serem sensíveis e pouco onerosos, além de permitirem uma rápida obtenção dos resultados e a possibilidade da avaliação de amostras em larga escala. Outra vantagem oferecida pela técnica, de acordo com Avila e Beek (1987), é a possibilidade de detecção de vírus que estão presentes na planta em baixa concentração, como o PLRV. Entretanto, outros testes também podem ser utilizados, em complementação aos resultados do Elisa, como a *Reverse Transcription* e a *Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR), e a inoculação em plantas hospedeiras indicadoras, principalmente nos casos de dúvida.

Com a comprovação da sanidade, avaliada segundo os métodos diagnósticos disponíveis, as matrizes são multiplicadas por métodos de micropropagação *in vitro*. Esses métodos são utilizados para a

multiplicação de plantas em meios de cultura artificiais, sob condições controladas, visando à estabilidade genética do material. Obtêm-se, assim, plantas geneticamente idênticas ao material propagado (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). A micropropagação, que consiste na multiplicação do material propagativo *in vitro*, é uma etapa fundamental, por propiciar a geração de um grande número de mudas livres de vírus, partindo-se de um pequeno número de plantas-matrizes. As sementes resultantes desse processo são denominadas de pré-básicas e, multiplicadas em ambiente protegido, dão origem aos tubérculos básicos da geração inicial (G0).

A batata-semente, segundo a legislação brasileira, compreende quatro classes: genética, básica, registrada e certificada. A semente genética resulta do melhoramento genético e, uma vez multiplicada, origina a semente básica. A semente básica compreende diversas subclasses, como a micropropagação *in vitro* e o cultivo em ambiente protegido (em casa de vegetação). A semente registrada é a produzida em casa de vegetação, com base em batata-semente importada. A semente certificada é aquela obtida pela multiplicação no campo, com base nas classes básica ou registrada (BRASIL, 2012).

As chances de sucesso na obtenção de plantas livres de vírus pela utilização da cultura de ápices caulinares dependem diretamente do tipo de vírus, da relação vírus-hospedeira e do tamanho do explante utilizado (KARTHA; GAMBORG, 1984). Devem ser consideradas, porém, entre outros fatores, as técnicas de assepsia empregadas e a acurácia dos testes para a

indexação das plantas obtidas. A cultura de ápices caulinares ou de meristemas pode ser associada ao tratamento por meio de calor (termoterapia), pela exposição de apenas parte ou de toda a planta a determinadas temperaturas e períodos de tempo, com resultados satisfatórios (PAET; ZAMORA, 1990).

O sucesso do processo de limpeza clonal depende de sistemas eficientes de multiplicação do material livre de fitopatógenos, que resultem em batata-semente de elevada qualidade genética, fisiológica e sanitária, e em quantidade suficiente para atender à demanda do mercado. Segundo Medeiros (2003), a existência de sistemas eficientes de multiplicação do material desinfectado também é importante, para que a demanda do mercado por batata-semente de qualidade superior do ponto de vista genético, fisiológico e sanitário seja plenamente suprida. O emprego dessas técnicas tem ajudado a obter material propagativo de alta qualidade no País, o que é muito vantajoso para a bataticultura nacional.

O Brasil ainda é dependente da importação de batata-semente. A importação é feita principalmente da Holanda, da Suécia, da Alemanha e do Canadá, onde as condições climáticas são bem diferentes das do Brasil. Os materiais selecionados não apresentam, porém, boa adaptação às condições climáticas do Brasil, principalmente nos quesitos produtividade e nível de resistência a doenças que afetam a cultura. É por isso que as técnicas de limpeza clonal, micropropagação e multiplicação de batata-semente livre de vírus são essenciais para o desenvolvimento e a divulgação de cultivares nacionais de batata.

A publicação da Instrução Normativa nº 32 (BRASIL, 2012), pelo Mapa, representou um importante avanço no processo de produção e comercialização da batata-semente no Brasil. A IN 32, que passou a vigorar ainda em 2012, estabelece as normas para produção, certificação e comercialização de batata-semente no País, visando à garantia de sua identidade e qualidade. Dessa forma, os produtores obtiveram, por meio da aprovação da IN 32, a garantia da qualidade do material propagativo produzido e comercializado.

As vantagens da aquisição de batata-semente livre de vírus residem no fato de que as plantas obtidas a partir desse material são de qualidade superior do ponto de vista fitossanitário, apresentam-se mais vigorosas e com maior potencial produtivo, o que vai propiciar maiores produções e tubérculos com qualidade superior.

O emprego de técnicas de cultura de tecidos em batata foi iniciado na Embrapa Hortaliças com a utilização da técnica de cultura de gemas caulinares apicais, no Laboratório de Cultura de Tecidos, visando à recuperação de plantas livres de vírus (TORRES, 1987). Para os testes de indexação de materiais de batata, foi introduzido o teste Elisa como rotina, com a utilização de antissoros policlonais contra PVY e PLRV, além de *Potato virus X* (PVX) e *Potato virus S* (PVS) produzidos no Laboratório de Virologia da Embrapa Hortaliças. Como produtos dessas atividades há, entre outros: além dos antissoros produzidos, a produção de plantas livres de vírus, a realização de testes de indexação, estudos de levantamentos e caracterização de vírus.

Atualmente, a iniciativa privada, em especial os grandes produtores de batata, já domina essas técnicas de produção de mudas livres de vírus e de indexação sorológica, atuando a Embrapa como apoio técnico.

Batata-doce



batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], planta da família Convolvulaceae, adapta-se a diversas condições edafoclimáticas, apresenta alta tolerância à seca, tem baixo custo de produção e é de fácil cultivo, além de ser apreciada em todo o País. É uma planta cujas raízes e hastes apresentam variados usos. Além de seu emprego na alimentação humana e na animal, pode constituir importante alternativa para a produção de álcool, amido, macarrão, doces, sobremesas industrializadas e farinha (GONÇALVES NETO, 2010; MOMENTÉ et al., 2004a, 2004b).

A bata-doce está entre as principais hortaliças produzidas no Brasil e tem importância econômica e social, especialmente em longos períodos de estiagem na região Nordeste, por ser uma fonte de alimento energético, já que contém teores satisfatórios de vitaminas, sais minerais e proteínas. Entretanto, no Brasil, é explorada abaixo do seu potencial de produção e uso, sendo cultivada principalmente por agricultores que utilizam baixo nível de tecnologia.

A baixa produtividade é ocasionada principalmente pela utilização de variedades locais ultrapassadas e com elevado grau de degenerescência. Em sua

maioria, são plantas suscetíveis a pragas e doenças, o que é favorecido pelo fato de a cultura ser propagada comercialmente por meio de ramos (reprodução assexuada), o que perpetua a degenerescência das plantas a cada geração.

Mais de 30 vírus que infectam a cultura, distribuídos em nove famílias taxonômicas, foram isolados, descritos e/ou caracterizados nos últimos anos, como: *Bromoviridae* (1), *Bunyaviridae* (1), *Caulimoviridae* (3), *Closteroviridae* (1), *Comoviridae* (1), *Flexiviridae* (1), *Geminiviridae* (15), *Luteoviridae* (1) e *Potyviridae* (9) (CLARK et al., 2012). Danos consideráveis são verificados em virtude do acúmulo de vírus e de outros fitopatógenos, tais como redução e deformação foliar, com reflexos negativos sobre o rendimento das raízes e da produção comercial. A acumulação de vírus pode constituir um fator limitante à produção de batata-doce, sendo que já foram descritas perdas de até 90%.

Assim como ocorre na cadeia produtiva do alho, o material propagativo de batata-doce utilizado pela maioria dos produtores no Brasil está infectado por alguma espécie viral, em razão, principalmente, da falta de um programa de controle da sanidade. As viroses são dificilmente evitadas por causa da eficiente transmissão por vetores e do uso de ramos contaminadas.

Uma das estratégias para fazer frente a essa limitação é a limpeza clonal e a propagação *in vitro*, pois a cultura de ápices caulinares permite obter plantas livres de vírus e de outros fitopatógenos, viabilizando, assim, a produção de um grande número de plantas-matrizes com potencial genético.

Pesquisas conduzidas na Embrapa Hortaliças geraram informações importantes, como: a) metodologia de limpeza clonal em batata-doce e aclimação (SILVA et al., 1995; SILVA; LOPES, 1995; TORRES et al., 1996); b) estratégias de multiplicação de material vegetativo (BRUNE et al., 2005); c) levantamento de vírus em condições de campo; d) produção de antissoro para a diagnose viral (POZZER et al., 1995); e) acompanhamento do desempenho agrônômico de material propagativo oriundo da técnica de limpeza clonal; e f) estimativa do grau de reinfecção depois da liberação do material (POZZER et al., 1992, 1993a, 1993b, 1994). Ademais, existem cerca de 800 acessos no banco ativo de germoplasma de batata-doce mantido na Embrapa Hortaliças, sendo a maioria coletada nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. Representam a diversidade genética das variedades locais, com razoável aceitação por agricultores, mercados e consumidores. Existem ainda mais 60 acessos coletados no Rio Grande do Sul, que são mantidos na Embrapa Clima Temperado. A elevada diversidade viral associada à batata-doce no Brasil revela a baixa qualidade fitossanitária do material propagativo utilizado pelo produtor rural (FERNANDES; DUSI, 2013). Torres et al. (1996) desenvolveram um protocolo eficiente para a obtenção direta e rápida, em alta frequência, de plantas de batata-doce livres de vírus destinadas a manutenção *in vitro* de germoplasma, propagação rápida, produção comercial, intercâmbio e pesquisa. No Laboratório de Biologia Celular da Embrapa Hortaliças, são executadas as atividades de limpeza clonal e micropropagação, e também a indexação biológica e a sorológica. Tais atividades são conduzidas em casa de vegetação e no Laboratório de

Virologia, respectivamente. Esse processo de limpeza clonal consiste na seleção de plantas-matrizes, na excisão e no cultivo de ápices caulinares, na regeneração de plantas, no subcultivo para aclimação e, finalmente, na indexação viral (FERNANDES, 2013).

Diferentemente do alho, em que uma planta in vitro origina apenas um ou poucos bulbilhos, a planta de batata-doce in vitro pode ser multiplicada indefinidamente, por meio do subcultivo. Em virtude da grande variabilidade de sintomas, decorrente do genótipo, da idade da planta, das condições ambientais e da presença de complexos virais, os sintomas na batata-doce, inclusive a ausência de sintomas, são de pouco valor para o diagnóstico viral. Dessa forma, a indexação viral é realizada por meio de enxertia em *Ipomoea setosa* e posterior detecção viral por meio de técnicas sorológicas e moleculares.

Recentemente, foram obtidos muitos avanços no desenvolvimento de técnicas sensíveis para vários vírus de batata-doce. Essas abrangem, especialmente, PCR, RT-PCR e Elisa, a última com o uso de antissoros produzidos no Laboratório de Virologia Vegetal e adquiridos do Centro Internacional de La Papa (Lima, Peru), para as espécies *Sweet potato mild speckling virus* (SPMSV), *Sweet potato latent virus* (SPLV), *Sweet potato virus G*, *Sweet potato mild mottle virus* (SPMMV), *Sweet potato chlorotic fleck virus* (SPCFV), *Sweet potato virus C-6*, *Sweet potato collusive virus* (SPCV) e *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV); além dos antissoros para *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV) e *Cucumber mosaic virus* (CMV).

Banco ativo de germoplasma é uma área ou unidade de conservação de germoplasma, de uso atual ou potencial. Nos bancos ativos de germoplasma (BAGs) são desenvolvidas atividades pertinentes aos recursos genéticos, a saber: introdução, intercâmbio, avaliação, caracterização, seleção, multiplicação, regeneração e preservação.

A dificuldade de detecção dos vírus em batata-doce é devida, em alguns casos, à baixa concentração viral, mais do que em função da presença de inibidores ou de outros problemas (CLARK; HOY, 2006). No entanto, a diagnose dos vírus é dificultada por causa da ocorrência de infecções mistas ou de diversas estirpes virais, ou, então, da distribuição desigual do vírus no interior da planta. Castro e Becker (2011) publicaram um documento intitulado *Normas e padrões para produção de mudas de batata-doce com alta sanidade*, que trata de um conjunto de procedimentos para a realização do processo de produção de mudas de batata-doce com elevados padrões técnicos, no que se refere à fidelidade genética e fitossanitária.

Atualmente, está em andamento um projeto que prevê a limpeza clonal de cultivares de batata-doce lançadas na década de 1980, que apresentavam elevado grau de degenerescência, e a avaliação do desempenho agrônômico dessas cultivares, em diversos estados brasileiros, em comparação com as variedades locais adotadas. A iniciativa tem, como um dos objetivos, divulgar a tecnologia de limpeza clonal nas regiões produtoras brasileiras. Comprovam o grande esforço despendido na aplicação da tecnologia em

diversos perfis tecnológicos de produção de batata-doce, verificados nas áreas de produção envolvidas no projeto.

Considerações finais



plântio de material propagativo oriundo da limpeza clonal por meio de cultura de tecidos minimiza o efeito das reinfecções por vírus, principal causa da degenerescência do alho, da batata-doce e da batata, e, ao mesmo tempo, é condição essencial para que os ganhos em produtividade se mantenham, com a realização dos ciclos sucessivos no campo. É preciso estabelecer ações conjuntas com os diferentes atores da cadeia produtiva para reduzir os prejuízos provocados pelos complexos virais nessas culturas, nas regiões produtoras. Finalmente, cabe registrar que a limpeza clonal é uma tecnologia que contribui positiva e significativamente para a olericultura, pois faculta a oferta de mudas certificadas e de elevado padrão, tanto fitossanitário quanto genético, e em quantidade suficiente para atender à demanda em curto tempo. Dessa forma, tornou-se possível produzir, em larga escala, plantas uniformes, vigorosas e com alto potencial produtivo, ao longo de todo o ano, em condições controladas e sem a influência de desordens de origem biótica e abiótica, incluindo as variações ambientais. A obtenção de plantas livres de vírus é uma tecnologia sustentável, pois a utilização de material propagativo com elevado padrão fitossanitário e genético

reduz a necessidade de uso de agrotóxicos ao longo do ciclo das plantas em condições de campo. Além disso, permite que o agricultor adquira, a baixo custo, material saudável, garantindo a manutenção de produtividade e evitando perdas de produção. Colabora, conseqüentemente, para a manutenção de sua renda agrícola.

Tais fatores se refletem positivamente na sustentabilidade agrícola, tanto pelo aspecto social quanto pelo econômico. Conclui-se, portanto, que a pesquisa básica e a pesquisa agrônômica aplicada a vírus são fatores preponderantes para a elevação do patamar da sustentabilidade agrícola brasileira. Ressalta-se, finalmente, a importância de incumbir instituições públicas da tarefa de produzir material propagativo livre de patógenos, para oferecê-los aos agricultores.

Referências



ALVES JÚNIOR, M.; MARRACCINI, F. M.; MELO FILHO, P. A.; DUSI, A. N.; PIO-RIBEIRO, G.; RIBEIRO, B. M. Recombinant expression of *Garlic virus C* (GarV-C) capsid protein in insect cells and its potential for the production of specific antibodies. **Microbiological Research**, v. 163, n. 3, p. 354-361, 2008.

AVILA, A. C.; BEEK, M. A. Principais viroses. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Produção de batata**. Brasília, DF: Linha Gráfica e Editora. 1987. p. 103-117.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 32 de 20 de novembro de 2012. **Diário**

Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 nov. 2012. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=4&data=21/11/2012>>. Acesso em: 15 já. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 2 de 26 de fevereiro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 fev. 2013. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=21&data=28/02/2013>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

BRUNE, S.; SILVA, J. B.C.; FREITAS, R. A. **Novas técnicas de multiplicação de ramos de batata-doce**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 39).

CASTRO, L. A. S. de; BECKER, A. **Normas e padrões para produção de mudas de batata-doce com alta sanidade**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 34 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 330).

CLARK, C. A.; DAVIS, J. A.; ABAD, J. A.; CUELLAR, W. J.; FUENTES, S.; KREUZE, J. F.; GIBSON, R. W.; MUKASA, S. B.; TUGUME, A. K.; TAIRO, F. D.; VALKONEN, J. p. T. Sweetpotato viruses: 15 years of progress on understanding and managing complex diseases. **Plant Disease**, v. 96, n. 2, p. 168-185, 2012.

CLARK, C. A.; HOY, M. W. Effects of common viruses on yield and quality of Beauregard sweetpotato in Louisiana. **Plant Disease**, v. 90, p. 83-88, 2006.

CLARK, M. F.; ADAMS, A. N. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. **Journal of General Virology**, v. 34, p. 475-483, 1977.

CONAB (Brasil). **Alho**. Brasília, DF, 2013. 7 p. (CONAB. Conjuntura Mensal, 69).

CORDERO, M.; RAMOS, P. L.; HERNANDEZ, L.; FERNANDEZ, A. I.; ECHEMENDIA, A. L.; PERAL, R.; GONZALEZ, G.; GARCIA, D.; VALDÉS, S.; ESTEVÉZ, A.; HERNANDEZ, K. Identification of Tomato mottle taino begomovirus in Cuban potato fields. **Phytoparasitica**, v. 31, n. 5, p. 478-489, 2003.

CROSSLIN, J. M. PVY: An old enemy and a continuing challenge. **American Journal Potato Research**, v. 90, p. 2-6, 2013.

DAVIDSON, R. D.; HOUSER, A. J.; SATHER, K.; HASLAR, R. Controlling PVY in seed: what works and what does not. **American Journal of Potato Research**, v. 90, p. 28-32, 2013.

DUSI, A. N.; RESENDE, F. V.; GUIDUCCI FILHO, E. G.; MELO, W. F. Alho livre de vírus: tecnologia para aumento de produtividade. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. S5688-5696, 2011.

FAJARDO, T. V. M.; NISHIJIMA, M.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; ÁVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Garlic viral complex: identification of potyviruses and carlavirus in Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 619-626, Sept. 2001.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United States**. 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 16 agosto 2016.

FERNANDES, F. R. **Limpeza clonal de batata-doce**: produção de matrizes com elevada qualidade fitossanitária. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2013. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 117).

FERNANDES, F. R.; DUSI, A. N. **Viroses da batata-doce no Brasil**: importância e principais medidas de controle. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. 13 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 126).

FERNANDES, F. R.; DUSI, A. N.; RESENDE, F. V. **Viroses do alho no Brasil**: importância e principais medidas de

controle. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2013.
9 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 122).

FRANCO-LARA, L.; RODRÍGUEZ, D.; GUZMÁN-BARNEY, M. Prevalence of potato yellow vein virus (PYVV) in *Solanum tuberosum* Group Phureja Fields in Three States of Colombia. **American Journal of Potato Research**, v. 90, n. 4, p. 324, 2013. DOI:10.1007/s12230-013-9308-1.

FREITAS, D. M. S.; NARDIN, I.; SHIMOYAMA, N.; SOUZA DIAS, J. A. C.; REZENDE, J. A. M. First report of *Tomato chlorosis virus* in potato in Brazil. **Plant Disease**, v. 96, p. 593, 2012.

GONÇALVES NETO, A.C. **Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce**. 2010. Tese de Doutorado (Agronomia / Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI/EMBPRAPA-CNPH. 1998. p. 183-260.

HANE, D. C.; HAMM, P. B. Effects of seed borne potato virus Y infection in two potato cultivars expressing mild disease symptoms. **Plant Disease**, v. 83, p. 43-45, 1999.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola 2016**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201603.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2016.

IBGE **Levantamento sistemático da produção agrícola 2015**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2014/lspa_201412.pdf>. Acesso em: 15 agosto de 2016.

KARTHA, K. K.; GAMBORG, O. L. Elimination of viruses. In: VASOÇ, I. K. (Ed.). **Cell culture and somatic cell**

genetics of plants. Ganesville: Academic Press, 1984.
p. 577-585.

LIMA, M. F.; BARRIOLLI, C. C.; LOPES, C. A. Geminivirus-transmission on potato tubers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SEED, TRANSPLANT AND STAND ESTABLISHMENT OF HORTICULTURAL CROPS, 6th. 2012, Brasília, DF. [**Annals...**]. Brasília, DF: ISHS, 2012.

LIMA, M. F.; INOUE-NAGATA, A. K.; RIBEIRO, S. G.; MELO, P. E.; LOPES, C. A. Begomovirus infection in potato fields in Central Brazil. In: ENCONTRO NACIONAL DE VIROLOGIA, 22., 2011, Atibaia. [**Anais...**]. Atibaia: SBV, 2011, p. 23-26. 1 CD ROM.

MEDEIROS C. A. B; ZIEMER, A. H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A. S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 110-114, 2003.

MELO FILHO, P. A.; NAGATA, T.; DUSI, A. N.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; EIRAS, M.; RESENDE, R. O. Detection of three Allexivirus species infecting garlic in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, 735-740, 2004.

MELO FILHO, P. A.; RESENDE, R. O.; CORDEIRO, C. M. T.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; DUSI, A. N. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 116, p. 95-101, 2006.

MELO, W. F.; RESENDE, F. V.; FILHO, E. G.; DUSI, A. N. Da bancada ao agricultor: a transferência de tecnologia de alho livre de vírus aos agricultores familiares da Bahia. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 81-114, jan./abr. 2011.

MOMENTÉ, V. V.; RODRIGUES, S. C. S.; TAVARES, I. B.; SILVEIRA, M. A.; SANTANA, W. R. Desenvolvimento de cultivares de batata-doce no Estado do Tocantins, visando à produção de álcool, como fonte alternativa de energia para as condições tropicais. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2. jul. 2004a. Suplemento. 1 CD-ROM.

MOMENTÉ, V. V.; TAVARES, I. B.; RODRIGUES, S. C. S.; SILVEIRA, M. A.; SANTANA, W. R. Seleção de cultivares de batata doce adaptados à produção de biomassa, via programa de melhoramento, visando à produção de álcool no Estado do Tocantins. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2. jul. 2004b. Suplemento. 1 CD-ROM.

MOREL, G.; MARTIN, C. Guérison de dahlias atteints d'unemaladie à virus. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences**, v. 235, p. 1324-1325, 1952.

PAET, C. N.; ZAMORA, A. B. Efficacy of thermotherapy and group culture of isolated potato meristems for the elimination of single and mixed infections of *Potato virus Y*, *Potato virus S* and *Potato leafroll virus*. **Philippine Journal of Crop Science**, v. 15, n. 2, p. 113-118, 1990.

PETERS, J. A. Potencial, demandas e modalidades para a produção de plantas de alta qualidade genética e sanitária. In: PAGLIANO, D. (Ed.). **Calidad genética y sanitaria: un instrumento para la competitividad de la cadena agroindustrial**. Montevideo: IICA-Procisur, 1999. p. 13-18.

POZZER, L.; DUSI, A. N.; KITAJIMA, E. W. Transmissão do sweet potato feathery mottle Virus por afídeos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 274, 1993a. Suplemento.

POZZER, L.; DUSI, A. N.; LIMA, M. I.; KITAJIMA, E. W. Caracterização de um isolado de Sweet Potato Feathery Mottle Virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 65-71, 1995.

POZZER, L.; DUSI, A. N.; SILVA, J. B. C.; KITAJIMA, E. W. Detecção de viroses na coleção de germoplasma de batata-doce do CNPH. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p. 289, 1993b. Suplemento.

POZZER, L.; SILVA, J. B. C.; DUSI, A. N.; KITAJIMA, E. W. Avaliação da taxa de reinfecção de plantas de batata-doce livre de vírus pelo Sweet Potato Feathery Mottle Virus em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 231-234, 1994.

POZZER, L.; SILVA, J. C.; DUSI, A. N. Avaliação de perdas por viroses na cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas*).

Horticultura Brasileira, v. 10, p. 65, 1992. Suplemento. (Resumo, 104).

RESENDE, F. V.; MELO, W. F. de; FILHO, E. G.; DUSI, A. N. **Produção de alho-semente livre de vírus em pequenas propriedades**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2011. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 99).

RAGSDALE, D. W.; RADCLIFFE, E. B.; DIFONZO, C. D. Epidemiology and field control of PVY and PLRV. In: LOEBENSTEIN, G.; BERGER, P. H.; BRUNT, A. A.; LAWSON, R. H. (Ed.). **Virus and virus-like disease of potatoes and production of seed-potatoes**. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 2001. p. 237-270.

RAHMAN, M. S.; AKANDA, A. M. Effect of PLRV infected seed tuber on disease incidence, plant growth and yield parameters of Potato. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 35, p. 359-366, 2010.

RUSSO, P.; MILLER, L.; SINGH, R. P.; SLACK, S. A. Comparison of PLRV and PVY detection in potato seed samples tested by Florida Winter field inspection and RT-PCR. **American Journal of Potato Research**, v. 76, p. 313-316, 1999.

SILVA, A. T. da; PASQUAL, M.; ISHIDA, J. S.; ANTUNES, L. E. C. Aclimação de plantas provenientes da cultura in vitro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 49-53, jan. 1995.

SILVA, J. B. da; LOPES, C. A. Uso de pequenos segmentos de ramas para multiplicação rápida da batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 176-179, nov. 1995.

SOUZA, E. L. dos S.; SOUZA, J. de A. Produção de plantas de batata livres de vírus. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS, 1., 1985, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 1985, p. 21-23.

SOUZA-DIAS, J. A. C. de; SAWASAKI, H.;
PERNAMBUCO, P. C. A.; ELIAS, L.M. Tomato severe
rugose virus: Another Begomovirus causing leaf deformation
and mosaic symptoms on potato in Brazil. **Plant Disease**,
v. 92, p. 487-487, 2008.

TORRES, A. C. Cultura de tecido para a obtenção de plantas
sadias. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Produção de
batata**. Brasília, DF: Linha Gráfica e Editora, 1987.
p. 231-239.

TORRES, A. C.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O.; BUSO, J. A.
**Produção de alho-semente com alta qualidade fitossanitária
mediante cultura de ápices caulinares**. Brasília, DF:
Embrapa Hortaliças, 2001. (Circular técnica, 27).

TORRES, A. C.; FAJARDO, T. V.; DUSI, A. N.; RESENDE,
R. O.; BUSO, J. A. Shoot tip culture and thermotherapy for
recovering virus-free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**,
v. 18, p. 192-194, 2000.

TORRES, A. C.; TEIXEIRA, D. M. C.; MOITA, A. W.;
CAMPOS, M. de A. C. Recuperação de plantas de batata-doce
livres de vírus a partir da regeneração direta de ápices
caulinares. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n. 3,
p. 209-213, 1996.

TSEDALEY, B. A review paper on Potato Virus Y (PVY)
biology, economic importance and its managements. **Journal
of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 5,
p. 110-126, 2015.



Um breve comentário
sobre o uso sustentável
do solo pela agricultura

Ítalo Moraes Rocha Guedes

Um breve comentário sobre o uso sustentável do solo pela agricultura

Resumo

Este texto intenta fazer uma análise sintética sobre a natureza do uso sustentável do solo pela agricultura, em um mundo com população crescente, aumento na demanda de alimentos e maior expectativa, por parte da sociedade, de qualidade do alimento e do ambiente em que esses alimentos são produzidos. Sem se posicionar em termos ideológicos, discorre brevemente sobre práticas sustentáveis, tanto na agricultura convencional quanto na agricultura orgânica, com ênfase na olericultura. Conclui, por fim, que alcançar a sustentabilidade é algo mais do que uma mera questão de vontade.

Termos para indexação: agricultura sustentável, uso do solo, manejo do solo, matéria orgânica, insumos agrícolas.

A brief comment about the sustainable soil use in agriculture

Abstract

This text is intended to present a synthetic analysis of the sustainable soil use in agriculture in a world of increasing population, increasing demand for food, and higher expectations about the quality of food and the environment in which this food is grown. Setting aside the temptation to take an ideological stand, the text briefly discusses sustainable practices both in conventional and organic agriculture, particularly in vegetable production. It finally concludes that achieving sustainability is more than just a matter of will.

Index terms: sustainable agriculture, soil use, soil management, organic matter, agricultural inputs.

Introdução



sentido da palavra "sustentabilidade" nem sempre é percebido com a necessária precisão em ambientes onde transitam opiniões simplificadas e superficiais. Todos querem um mundo mais sustentável, uma sociedade mais sustentável, uma agricultura sustentável. Todos querem isso, e muitos parecem pensar que fazer ou não fazer algo sustentavelmente é uma questão de vontade, individual ou coletiva. Assim, quanto à agricultura, o consumidor preocupado com os rumos do mundo parece ter a impressão de que a agricultura não é sustentável porque o agricultor não deseja que assim seja. Sob essa visão, sustentabilidade torna-se uma medida quase moral – quem é sustentável é bom, quem não é sustentável é mau. Serão as coisas assim tão simples?

A sustentabilidade não é, porém, nem um conceito simples nem de consenso. Estimular a pesquisa científica e o diálogo sem preconceitos sobre essa questão são condições inarredáveis para que a agricultura seja realmente mais sustentável e para que a crescente população mundial possa se alimentar melhor. A discussão mutuamente surda, baseada em visões maniqueístas do “outro lado”, tem, na verdade, esvaziado o diálogo e conduzido o que deveria ser uma reflexão técnica e científica para um campo muito mais próximo da discórdia religiosa ao redor de dogmas irreconciliáveis, o que é um absurdo.

É possível interpretar esse debate (ainda inundado por visões maniqueístas) por meio de enfoques técnicos, ideológicos e filosóficos. Todos eles com profundas implicações. De um lado, discute-se os efeitos benéficos trazidos pela Revolução Verde, que teria reduzido a fome no mundo e, assim, teria salvado “mais de 1 bilhão de vidas”; de outro, argumenta-se que ela teria sido um mal travestido em benefício, um ardiloso pacote tecnológico, financiado pelo grande capitalismo, e que, afinal, teria beneficiado principalmente as grandes empresas de insumos. Ademais, teria deixado um rastro de poluição, degradação ambiental, envenenamento dos alimentos, decadência da pequena agricultura familiar e fragilização da segurança alimentar de países pobres. Ambas as questões, apesar de diametralmente opostas, apoiam-se em exuberantes retóricas.

O “pai” da Revolução Verde, Norman Borlaug, agrônomo esforçado que, com seu trabalho, desenvolveu variedades anãs de trigo mais produtivas, e que respondiam bem à adição de fertilizantes e água no solo, parece ter sido o que se chama uma “boa pessoa”. Acreditava que seu esforço fora responsável por salvar de morte certa, por fome, um imenso número de seres humanos. Ganhou o Prêmio Nobel da Paz por esse mesmo trabalho, em reconhecimento exatamente por ter salvado a vida dessas pessoas.

Teria o mundo sido iludido por Borlaug e seus apoiadores? Talvez Borlaug fosse, de certa forma, um idealista americano, financiado pela Fundação Rockefeller, criado em meio à incipiente agricultura industrial americana, mas um idealista. E uma boa pessoa! Mas desde que Hannah Arendt descreveu o infame

Adolf Eichmann, no seu magistral *Eichmann em Jerusalém*, sabemos que pessoas comuns, mesmo sendo boas pessoas, com seus atos cotidianos e cumprindo o seu cívico dever, podem contribuir para o mal. Ser uma boa pessoa não isenta ninguém de culpa.

Ao tentar romper com a visão maniqueísta da questão, é possível perceber que, de fato, a Revolução Verde salvou milhões de vidas da fome, mas colaborou para a oligopolização das empresas produtoras de insumo e causou fortes externalidades negativas ambientais. Neste breve comentário, são apresentados alguns argumentos já discutidos no blog Geófagos¹, de minha autoria. Os argumentos aqui apresentados giram em torno do tema solos.

Problematizando



agricultura convencional (*conventional farming* ou *conventional agriculture*) ou moderna baseia-se na aplicação de tecnologias e técnicas que visam à maximização, tanto da produção agrícola quanto dos lucros. Esse tipo de agricultura é a que caracteriza o agronegócio brasileiro. A prática desse tipo de agricultura, favorecida pela Revolução Verde, intensificou-se após a Segunda Guerra Mundial.

Há seis práticas de cultivo básicas, próprias desse tipo de agricultura, a saber: 1) cultivo intensivo do solo com uso de maquinário movido a combustíveis fósseis;

¹ Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/geofagos>>.

2) monocultura (utilização extensa de apenas uma espécie por empreendimento agrícola); 3) irrigação; 4) aplicação de fertilizantes inorgânicos (adubação química); 5) utilização de agrotóxicos para controle químico de espécies indesejadas (pragas e patógenos); e 6) manipulação genética das espécies cultivadas, quer por métodos convencionais de melhoramento, quer por técnicas biotecnológicas. Resumidamente, essas práticas correspondem à transferência da lógica de produção industrial para o campo. Assim, da mesma maneira como se faz na indústria, procura-se homogeneizar ao máximo o ambiente agrícola e as culturas, para que o campo de cultivo se assemelhe ao de uma fábrica. O solo passa a ser visto como mero substrato. As plantas tornam-se unidades fabris (no melhoramento genético, até a altura de inserção dos frutos é homogeneizada, para facilitar a colheita mecanizada).

Conquanto seja difícil contestar a tese segundo a qual, sem a agricultura convencional ou moderna, a fome grassaria no mundo, e que é por meio dessa agricultura moderna que será possível alimentar a população mundial, em contínuo crescimento, não há como negar que o cultivo intensivo do solo tem levado à degradação da sua estrutura física, ao decréscimo nos teores de matéria orgânica, à compactação (aumento da densidade) e, conseqüentemente, à intensificação dos processos erosivos. Ressalve-se, porém, o sistema plantio direto na palha, técnica que contribuiu para que a degradação do solo fosse minorada ou até mesmo revertida, em alguns casos.

Há ampla evidência de que os monocultivos aumentam a vulnerabilidade do ambiente agrícola. Com efeito, quando se cultiva apenas uma espécie,

milhares ou dezenas de milhares de plantas em 1 ha exploram os mesmos recursos e podem ser atacadas pelas mesmas pragas e doenças, muitas vezes ocasionando perdas totais da produção, com efeitos negativos sobre a renda agrícola. Como disse de forma muito apropriada o cientista Stephen Gliessman, em seu livro *Agroecologia*, “A monocultura é uma excrescência natural de uma abordagem industrial da agricultura”, mas é fundamental para a homogeneização fabril do campo (GLIESSMAN, 2000).

A utilização da fertilização química parece necessária já que, como boa parte dos nutrientes do solo é exportada dos agroecossistemas nos produtos agrícolas, é preciso repô-los para dar continuidade à exploração agrícola. Em geral, desconhece-se que a obtenção de fertilizantes químicos depende da utilização de combustíveis fósseis (causadores do efeito estufa) e da exploração de depósitos minerais não renováveis; e que as altas produções favorecidas pelos fertilizantes sintéticos se devem, em grande parte, à sua alta solubilidade. No entanto, o que não se cogita é que a alta solubilidade favorece a lixiviação (lavagem em profundidade) desses nutrientes, causando contaminação dos corpos d’água por nutrientes lixiviados ou erodidos.

A agricultura dita convencional tem muitas vezes utilizado grandes quantidades de insumos, principalmente fertilizantes ou adubos, além de água, visando sustentar as altas produtividades almejadas pela agricultura industrial. Realmente, não há dúvida de que um dos requisitos para alcançar altas produtividades são quantidades consideráveis de nutrientes. Cumpre lembrar, porém, que boa parte desses fertilizantes

procede de fontes não renováveis, como os fosfatos e o cloreto de potássio. A ureia, para piorar, é produzida com base em combustíveis fósseis.

Além da questão da insustentabilidade de uma agricultura que é grande consumidora de fertilizantes não renováveis, há o quase sempre presente problema do uso excessivo de adubos e a consequente poluição ambiental, além da possibilidade de causar problemas à saúde humana. Este último problema, como insistimos em afirmar, poderia ser intensamente minimizado se as adubações fossem baseadas nas reais necessidades das plantas, avaliadas principalmente por meio da interpretação da análise química do solo.

O outro modelo de prática agrícola é aquele chamado de agricultura alternativa, sendo a linha da agricultura orgânica (*organic farming* ou *organic agriculture*) a mais conhecida no Brasil. A agricultura orgânica tenta superar os problemas da agricultura convencional. Há, no entanto, recorrente questionamento quanto à capacidade de esse tipo de agricultura conseguir alimentar o mundo, por não ser tão produtiva quanto a convencional. Trabalhos recentes têm demonstrado que alguns grupos de cultivo respondem melhor às práticas de agricultura orgânica do que outros.

Há evidências de que os produtos da agricultura orgânica apresentam menor risco de contaminação química. No entanto, em virtude da escassez de insumos e de variedades realmente adaptadas a esse sistema de manejo, estudos demonstram que a produtividade tende a ser menor do que aquela obtida no manejo convencional. E, com a menor oferta de

determinados produtos, seu preço torna-se mais elevado. É uma lei mercadológica básica. Pela menor escala de produção, os produtos orgânicos podem ser mais seguros em termos químicos, mas apenas uma minoria da sociedade pode pagar por eles. Aliás, o consumo médio de hortaliças no Brasil ainda é muito pequeno – estamos ainda na etapa de convencer a população a comer mais desses importantes alimentos. E está longe o tempo em que todo consumidor de hortaliças vai querer pagar mais caro por produtos orgânicos.

Periodicamente, os meios de comunicação alardeiam a notícia de que, uma vez mais, análises demonstraram que há resíduos de agrotóxicos em hortaliças que não estão registrados. O consumidor de hortaliças, desejoso de uma alimentação saudável e preocupado com os relatos de uso excessivo de agrotóxicos na produção olerícola, ressentido dos agricultores que, assim, supostamente, estariam afetando sua saúde. A impressão que esse consumidor transmite é a de que os agricultores de má fé banham as hortaliças com agrotóxicos, recusando-se a ser sustentáveis. O que não se divulga é o motivo por que se utilizam agrotóxicos. Por muitas razões agronômicas, é indicado o uso de agrotóxicos (que, no presente artigo, não serão abordadas, pois são analisadas por outros autores desta coletânea). Por estranho que pareça, há um motivo nada racional para o uso de agrotóxicos, que é de ordem estética. Grande parte dos consumidores exige hortaliças de aparência perfeita, sem sinais de danos, ou seja, sem qualquer marca de mordidas, de raspaduras de insetos, ou, então, de manchas causadas por fungos ou bactérias

não fitopatogênicos, danos que, na verdade, não causam nenhum problema à saúde humana.

Os meios de comunicação, por seu turno, não costumam divulgar que, para muitas hortaliças, há um número reduzido de produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). A título de ilustração, recorde-se o seguinte exemplo: até há pouco tempo, para a cultura da mandioquinha-salsa, o único produto registrado era um herbicida. Assim, se o produtor precisasse de recorrer a um fungicida ou inseticida para combater alguma praga na cultura da mandioquinha, ele não teria nenhuma indicação oficial à qual recorrer.

Sustentabilidade na agricultura



As definições clássicas de sustentabilidade da agricultura geralmente levam em consideração os aspectos ambientais, econômicos e sociais, enfatizando a manutenção dos recursos ambientais, a viabilidade econômica e a justiça social. Sem dúvida é um conceito abrangente. Um importante artigo publicado em 1995 pelo cientista de solo inglês Tom M. Addiscott, com o título de *Entropy and sustainability*, do *European Journal of Soil Science*, pode ser útil para iniciar este breve comentário sobre sustentabilidade dos solos na agricultura. Addiscott propõe uma abordagem termodinâmica de sustentabilidade, que leva em conta apenas o fator ambiental, mas é extremamente útil na análise de áreas cujos meios físicos e biológicos estão em deterioração.

Segundo Addiscott (1995), realiza-se trabalho termodinâmico quando a energia na forma de calor é transferida de uma fonte a alta temperatura para um dreno a baixa temperatura. Trabalho dinâmico contínuo, dessa forma, requer reservatórios isotérmicos efetivamente infinitos, a temperaturas altas e baixas, que são garantidos à biosfera pelo sol e pelo espaço sideral, respectivamente. Durante a elaboração deste trabalho, a energia flui do sol para o espaço sideral, e produz-se entropia, mas o trabalho realizado nos processos na superfície da Terra pode levar a consideráveis aumentos na ordem e, assim, diminuir a entropia numa escala local. Além dos processos que permitem a ordenação, também há processos desordenadores numa escala local.

Em termos biológicos, a fotossíntese, permitindo a formação de substâncias complexas de alto peso molecular, a partir de moléculas simples, tais como CO_2 , H_2O e NH_3 , é o melhor exemplo de processo ordenador. Por sua vez, são exemplos de processos desordenadores a respiração, a oxidação da matéria orgânica do solo e a destruição de agregados do solo. A sustentabilidade da agricultura depende, portanto, segundo Addiscott (1995), da manutenção de um equilíbrio entre ordem e desordem (processos que diminuem ou aumentam a entropia do agroecossistema).

Para um dado conjunto de forças, ou obstáculos, um ecossistema amadurecerá durante um período de tempo até um determinado equilíbrio dinâmico, geralmente representado por uma vegetação clímax. O solo inicialmente é um dos fatores que determinam a direção na qual o ecossistema amadurece, mas ele

(o solo) permanece como parte do ecossistema e é modificado durante o processo de amadurecimento.

Se o sistema é perturbado, a analogia termodinâmica sugere que os fluxos no sistema agirão no sentido de contrabalançar a perturbação e restaurar o equilíbrio dinâmico, e o solo, sem dúvida, está envolvido nesse processo. Surgem, então, duas questões essenciais no entendimento da sustentabilidade de agroecossistemas: a) quanto tempo um ecossistema leva para voltar ao equilíbrio dinâmico após uma perturbação? b) pode haver uma perturbação catastrófica da qual resulte a impossibilidade de o sistema voltar ao equilíbrio dinâmico?

Para a primeira pergunta, a resposta é que o tempo de recuperação do estado original dependerá da magnitude da perturbação. Quanto à segunda pergunta, em teoria, pode haver tal evento – a perturbação, resultando em uma condição distante demais do equilíbrio dinâmico, ou a perda de um fator essencial à manutenção do potencial biológico, geralmente um ou mais atributos do solo (fauna, matéria orgânica, fertilidade natural) ou a própria perda do solo por erosão.

Produtividade não se resume ao potencial produtivo de plantas ou animais, mas é consequência da interação dos componentes agrícolas, ambientais e sociais do agroecossistema. A estabilidade seria a confiabilidade do sistema (propriedade) em produzir em quantidades suficientes para a manutenção dos agricultores. Sustentabilidade, por sua vez, seria a manutenção de um determinado nível de produtividade quando o sistema é submetido a uma força desestabilizadora, e esse nível de produtividade deve

ser mantido por um longo prazo. Assim, parece que o conceito de sustentabilidade não exclui a variabilidade (a força desestabilizadora), mas requer a habilidade do agroecossistema em manter um certo nível mínimo de produção, ainda que “estressado”.

Por tudo isso, e ainda por questões de segurança alimentar, em países que não detêm grandes jazidas de minérios, usados na fabricação de fertilizantes, grande ênfase tem sido dada à pesquisa e à adoção de práticas agrícolas que minimizem o uso de insumos externos à propriedade. Em geral, o foco é na utilização da reciclagem de nutrientes, com grande emprego de adubos orgânicos, de preferência os gerados na propriedade. A ideia é excelente, principalmente por tentar mimetizar o que ocorre naturalmente nos ecossistemas.

Uma faceta – nem sempre levada em consideração quando se propõe a adoção de práticas agrícolas com baixo uso de fertilizantes – é a adaptabilidade das variedades mais comuns das espécies cultivadas a esse tipo de manejo. Dessa forma, é preocupante a condução de programas de melhoramento em solos muito enriquecidos de nutrientes. Ao se conduzir um programa de melhoramento em solos com alta concentração de nutrientes, ainda que inadvertidamente, está se selecionando um material com alta necessidade de nutrientes, porque as variedades analisadas não foram selecionadas para responderem eficientemente ao uso de nutrientes – pelo contrário, foram selecionadas para responder ao uso de altas doses. Os que veem na Revolução Verde uma grande conspiração argumentam que ela foi planejada para beneficiar as empresas produtoras de fertilizantes.

No entanto, isso pode ocorrer em razão da pequena participação, nas equipes de melhoramento, de especialistas em fertilidade do solo e nutrição de plantas.

Sequestro de carbono no solo



estoque de carbono do solo é uma estimativa da massa total de carbono orgânico (e/ou inorgânico) de um solo, levando em consideração a profundidade (espessura) do solo e sua densidade. Por que conhecer os estoques de carbono nos solos? Atualmente, de forma pragmática, essas estimativas são feitas visando avaliar o quanto poderia ser perdido se fosse alterado o uso da terra.

Estima-se que, de 1850 a 1998, mudanças no uso das terras (basicamente derrubadas de florestas ou outros tipos de vegetação nativa para a implantação de agricultura) tenham sido responsáveis pela emissão líquida de aproximadamente 136 Pg (petagramas) – 1 petagrama corresponde a 1 trilhão de quilogramas ou 1.000.000.000.000.000 de gramas de C –, principalmente na forma de dióxido de carbono (CO₂), para a atmosfera, tanto pela decomposição dos restos vegetais quanto pela oxidação da matéria orgânica do solo. Segundo pesquisas, a perda histórica de carbono orgânico do solo em terras convertidas à agricultura pode variar de 30 t/ha a 40 t/ha. Essa quantidade muitas vezes corresponde a todo o carbono de horizontes superficiais de alguns solos.

O conhecimento dos estoques de carbono em solos pode auxiliar tanto no planejamento de uso da terra quanto no estabelecimento de limites de perdas toleráveis nos teores de matéria orgânica do solo e da correção de práticas de manejo. Nas pesquisas sobre a capacidade dos solos em sequestrar carbono, muitos têm considerado que a perda de matéria orgânica representa uma oportunidade para que fontes de CO₂ se tornem agora sumidouros (sequestradores).

Em solos em que se perdeu apenas ou majoritariamente a matéria orgânica, principalmente por oxidação biológica, isso pode ser factível. Mas o que dizer de solos em que se perdeu a matéria orgânica, juntamente com a fração mineral do solo, por erosão, solos onde ocorreu, muitas vezes, perda completa do horizonte superficial? Para ilustrar essa informação, será utilizada uma metáfora: uma coisa é perder água de um reservatório por evaporação, outra coisa é perdê-la porque o reservatório foi destruído.

Esse importante tema vem, aliás, ao encontro de artigo publicado na revista *Science*, em 2007, intitulado *The impact of agricultural soil erosion on the global carbon cycle*, em que os pesquisadores concluem que a erosão de solos agrícolas constitui antes um sumidouro do que uma fonte de CO₂ para a atmosfera, embora não seja um sumidouro considerável. Entendamos o contexto do trabalho.

Por um tempo (e ainda hoje), muitos cientistas do solo afirmaram que a erosão dos solos agrícolas era uma fonte de gases de efeito estufa para a atmosfera porque praticamente toda a matéria orgânica neles contida acabaria rapidamente decomposta.

Logo se viu, no entanto, que havia uma falha nesse raciocínio: obviamente uma boa parte da matéria orgânica erodida seria enterrada junto com os sedimentos minerais, principalmente sob a água, e se tornaria indisponível aos microrganismos decompositores, ficando, assim, sequestrada por um tempo, porventura maior do que se continuasse no solo intacto. A dúvida era qual dos dois efeitos preponderava: a decomposição ou o sequestro?

Segundo os autores do trabalho citado, prepondera o sequestro, embora por uma pequena margem. Mas falar em termos globais muitas vezes não leva em consideração os efeitos locais de curto prazo. Apesar de a matéria orgânica estar estabilizada nos sedimentos, permanece o fato de que há solos agrícolas que a perderam e que, possivelmente, por isso mesmo, perdem produtividade. Não apenas produtividade em termos químicos, mas também em qualidade biológica e física dos solos, impedindo o crescimento ideal das plantas que poderiam fixar mais carbono.

Considerações finais



Este breve comentário demonstra que, apesar do que tenta fazer acreditar certa literatura científica, atingir ou conquistar a sustentabilidade não é algo tão simples, nem tão certo. Há algum tempo, certo pesquisador da área de solos escreveu que o grande desafio da

área, para o futuro, seria harmonizar a maximização da produção agrícola com a maximização da capacidade de sequestrar carbono pelo solo. Isso será possível? Mesmo que fosse, é a isso que se chama de sustentabilidade? Haverá possibilidade de se fazer agricultura sustentável em um mundo habitado por 9 bilhões de pessoas, boa parte das quais em breve desejará comer mais carne? São questões que valem a pena ser feitas por todo aquele que realmente se preocupa com o futuro da agricultura, da humanidade e do planeta, para além do otimismo ingênuo.

Referências



ADDISCOTT, T. M. Entropy and sustainability. **European Journal of Soil Science**, v. 46, n. 2, p. 161-168, 1995. DOI:10.1111/j.1365-2389.1995.tb01823.x.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000. 653 p. Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/geofagos/2008/10/por-que-a-agricultura-convencional-nao-e-sustentavel/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.



A importância da tecnologia
de inoculação de fungos micorrízicos para
a sustentabilidade na olericultura

Francisco Adriano de Souza
Thiago Roberto Schlemper
Sidney Luiz Stürmer

A importância da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos para a sustentabilidade na olericultura

Resumo

A crescente demanda por alimentos, aliada à escassez de insumos para a produção agrícola, requer o desenvolvimento de estratégias e tecnologias que primem pela sustentabilidade. O uso de inoculantes microbianos é uma das alternativas mais baratas e viáveis para melhorar a sustentabilidade da produção agrícola a curto e a longo prazo. Aqui são apresentadas estratégias para a produção de inóculo e a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, uma tecnologia que pode ser executada pelo produtor rural a baixo custo.

Termos para indexação: horticultura, micorrizas, produção de inóculo, biotecnologia, agricultura orgânica.

The importance of mycorrhizal fungi inoculation technology for sustainable vegetable production

Abstract

The growing demand for food coupled with shortages of resources for agricultural production requires the development of strategies and technologies focused on sustainability. The use of microbial inoculants is a cheap and viable alternative to improve the sustainability of agricultural production in the short and long terms. Here strategies for production and application of arbuscular mycorrhizal inoculum (a technology that can be operated by farmers at low cost) are presented.

Index terms: horticulture, mycorrhizae, inoculum production, biotechnology, organic agriculture.

Introdução



crescente demanda por alimentos, aliada à limitada disponibilidade de terras agricultáveis, de água e de insumos, requer estratégias para aumentar a produção agrícola de forma sustentável. Uma estratégia promissora consiste em explorar o potencial dos microrganismos do solo capazes de disponibilizar nutrientes essenciais ao crescimento de plantas, mantendo, assim, a qualidade e a saúde do solo e seu potencial produtivo. A microbiota do solo – em particular os microrganismos que colonizam raízes e sua superfície, região denominada de rizosfera – traz inúmeros benefícios às plantas, tais como ciclagem de nutrientes, mineralização e decomposição da matéria orgânica, produção de fito-hormônios, fixação biológica de nitrogênio, controle biológico, antagonismo contra patógenos e, principalmente, aquisição de água e nutrientes através das micorrizas.

Nos sistemas de produção agrícola, a microbiota do solo sofre influência de práticas de manejo e das espécies de plantas utilizadas nos cultivos. Essas práticas podem induzir a seleção de microrganismos, tanto positiva quanto negativa, e causar alterações na diversidade das comunidades microbianas, afetando, assim, sua resiliência.

Quando a diversidade é reduzida, o sistema torna-se vulnerável à entrada de patógenos, e, por esse motivo, a eficiência dos processos bióticos necessários

ao funcionamento do ecossistema é prejudicada. Nesse caso, é preciso adotar mudanças no manejo e recorrer à inoculação com microrganismos selecionados, para restabelecer o equilíbrio do solo e sua capacidade produtiva.

Tanto a horticultura comercial praticada em base orgânica quanto a horticultura em base convencional são realizadas por meio do uso intensivo da terra e envolvem alterações rápidas e dramáticas no solo, durante os procedimentos de preparo de canteiros para o cultivo. A busca por eficiência envolve também a produção de mudas em substratos diversos, visando garantir a qualidade das plantas, antecipar o plantio e reduzir os custos de produção. Porém, a maioria dos substratos comerciais utilizados para a produção de mudas ou está desbalanceada ou está desprovida dos diversos grupos funcionais de microrganismos benéficos.

A inoculação de microrganismos benéficos no solo e nos substratos está cada vez mais integrada ao sistema de produção agrícola e tem possibilitado aumento de produção e redução do uso de insumos graças ao reequilíbrio da microbiota do solo. A simbiose micorrízica arbuscular tem sido reconhecida pelos seus efeitos benéficos e múltiplos às culturas (CHANTAL, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; SIQUEIRA et al., 2010; SIQUEIRA; FRANCO, 1988). A utilização da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (MA) na horticultura moderna tem grande potencial por favorecer a obtenção de plantas saudáveis e mais produtivas e a economia de insumos e água (AZCÓN-AGUILAR; BAREA, 1997a, 1997b; KAPOOR et al., 2008).

Este texto está focado na tecnologia de micorrizas para sistemas de produção de hortaliças, fruteiras e plantas ornamentais. A tecnologia é aplicável tanto à agricultura convencional quanto à orgânica.

A seguir, utilizando-se a técnica de perguntas e respostas, vão ser dadas importantes informações básicas sobre esse grupo de fungos de solo.

O que é micorriza?



icorriza é um termo de origem grega, proposto pelo biólogo alemão Albert Bernhard Frank, em 1885, para definir a relação simbiótica mutualística estabelecida entre fungos de solo (*Mykos*) e raízes (*Rhiza*) de plantas.

Existem diversos tipos de micorriza, classificados de acordo com a anatomia da colonização radicular e, mais especificamente, pelos parceiros envolvidos na simbiose. Para aprofundamento neste tópico, sugere-se a leitura de Moreira e Siqueira (2006)¹ e Smith e Read (2008). Neste artigo, serão abordadas somente as endomicorrizas arbusculares ou micorrizas arbusculares (MA), por serem as que apresentam maior compatibilidade com plantas cultivadas em olericultura, fruticultura e floricultura. Além disso, a simbiose MA é a mais frequente entre plantas cultivadas e entre as espécies da flora brasileira.

¹ Disponível em: <<http://www.prpg.ufla.br/solos/wp-content/uploads/2012/09/MoreiraSiqueira2006.pdf>>.

Como a simbiose micorrízica funciona?



esse tipo de simbiose mutualística, as plantas, por meio de suas raízes e sob condições de estresse nutricional, liberam sinais químicos, denominados "fatores de micorrização" (MYC). Essas moléculas sinalizadoras são percebidas pelos fungos MA como sinal para a colonização radicular (LAMBALIS; RAMOS, 2010). A comunicação planta-fungo dispara, então, simultaneamente, uma cascata de genes no fungo e na planta, permitindo uma perfeita interação morfológica e funcional entre os parceiros da simbiose. Os fungos micorrízicos arbusculares são filamentosos, e suas hifas (filamentos) formam uma estrutura chamada de "corpo vegetativo" das suas colônias. A natureza filamentosa desses fungos facilita a exploração de nutrientes obtidos do solo pelas hifas e seu transporte até o interior das raízes. Nos fungos MA, as hifas ativas não apresentam segmentação (septos) e funcionam como um verdadeiro sistema de transporte de massa, conectando raízes de diferentes indivíduos de uma mesma espécie de planta e também de espécies distintas. Essa rede de hifas trabalha para as raízes, absorvendo e transferindo água e nutrientes, de regiões distantes das raízes, em troca de carboidratos derivados da fotossíntese. Os nutrientes são transferidos à planta micorrizada através de estruturas especializadas, denominadas "arbúsculos", que são formadas pela invaginação e por modificações fisiológicas e estruturais nas hifas, e localizam-se dentro de células corticais das raízes.

Por que as micorrizas são tão importantes?



o sistema radicular das plantas tem acesso aos nutrientes que entram em contato com a superfície da raiz pela solução do solo. A área explorada pelo sistema radicular exerce grande influência sobre a eficiência de aquisição de nutrientes (arquitetura, comprimento e superfície específica). Nesse sentido, as hifas dos fungos micorrízicos apresentam capacidade de ramificação e crescimento praticamente infinita e diâmetro pequeno ($10\ \mu\text{m}$ a $60\ \mu\text{m}$ – 1 micrón [μm] representa 1×10^{-6} m, ou seja, 1 milionésimo de 1 metro), em comparação com as raízes. Essas características possibilitam que os fungos MA possam explorar maior volume de solo, de forma mais eficiente e com menor gasto energético do que as raízes das plantas. Graças a essa vantagem competitiva, a grande maioria das espécies de plantas forma simbiose com fungos MA.

Os fungos MA atuam também na agregação das partículas do solo, através não só da ação de suas hifas, mas, e principalmente, da ação da glomalina, que é uma glicoproteína produzida por esses fungos, e que atua como uma cola, favorecendo a agregação das partículas de solo (PURIN; KRAUBERG-FILHO, 2010).

É importante destacar que os fungos MA também reduzem a incidência de algumas doenças e o ataque de nematoides (BANUELOS et al., 2014; TALAVERA et al., 2001). Essa resposta é devida a múltiplos benefícios, tais como: a) melhoria do estado

nutricional das plantas; b) antagonismo e competição; c) mudanças morfológicas e estruturais nas raízes; d) alterações na flora microbiana da rizosfera; e) indução do sistema de resistência localizada e sistêmica na planta; e f) aumento na produção de compostos fenólicos nas raízes (AZCÓN-AGUILAR et al., 1997).

De uma forma geral, para o agricultor, são visíveis os seguintes benefícios da inoculação com fungos MA: a) aumento da eficiência de aquisição de nutrientes e água; b) maior desenvolvimento e produção das plantas; c) melhor desenvolvimento radicular e aumento da relação raiz-parte aérea; d) maior tolerância a estresses abióticos (salinidade, seca, temperatura); e e) melhor pegamento e sobrevivência de mudas depois do transplante.

Quais são as plantas capazes de estabelecer simbiose com fungos micorrízicos arbusculares?



simbiose micorrízica arbuscular (MA) é de ocorrência generalizada. Essa simbiose é tão comum na natureza que mais de 80% das famílias de plantas estabelecem simbiose MA sob condições naturais (SMITH; READ, 2008). A simbiose MA é a ancestral mais antiga dentre as simbioses relatadas entre plantas e fungos e, com a evolução das plantas terrestres, generalizou-se. Para a olericultura, somente três

famílias botânicas com importância econômica não formam micorrizas. São elas: Brassicaceae (crucíferas), Quenopodiaceae e Cyperaceae (algumas espécies). Esta última família, à qual pertence a tiririca (*Cyperus* spp.), merece menção pelos danos econômicos que causa à produção de hortaliças.

Onde são encontrados os fungos MA? Em quais tipos de solo?



Os fungos MA ocorrem de forma generalizada em praticamente todos os tipos de solo e ambientes terrestres onde há espécies de plantas compatíveis, estando presentes em praticamente todos os ambientes onde ocorrem plantas capazes de formar micorrizas, desde regiões com clima e solos áridos e desérticos, até ecossistemas temperados e tropicais. Os fungos MA ocorrem no solo desde a camada de serapilheira até elevadas profundidades no perfil do solo (OEHL et al., 2005), sendo também relatados em solos alagados, desde que não sejam anaeróbicos. A maior diversidade e o número de esporos encontram-se na camada arável (de 0 a 20 cm de profundidade) (MIRANDA, 2008; MOREIRA; SIQUEIRA 2006; OEHL et al., 2005). Nessa camada do solo, é encontrada a maior densidade de propágulos, tais como esporos, hifas e fragmentos de raízes colonizadas, necessários para se dar início ao processo de colonização radicular.

Quais são os principais gêneros de fungos MA associados às plantas cultivadas?



s fungos MA formam um grupo monofilético, classificado no Filo Glomeromycota. Os principais gêneros associados às plantas cultivadas são: *Rhizoglosum*, *Funneliformis*, *Claroideoglosum*, *Glomus*, *Scutellospora*, *Dentiscutata*, *Gigaspora*, *Paraglosum* e *Acaulospora*. Os três primeiros eram classificados anteriormente no gênero *Glomus*, e espécies do gênero *Rhizoglosum* são as mais utilizadas em inoculantes comerciais (a exemplo de *R. clarus*, *R. irregulares* e *R. intraradices*).

Quais as principais características do ciclo de vida dos fungos micorrízicos arbusculares?



ompreender o ciclo de vida dos fungos MA é fundamental para o desenvolvimento da tecnologia de produção de inóculo e de inoculação, bem como o manejo e a aplicação de micorrizas. Os fungos MA são biotróficos obrigatórios, ou seja, precisam estabelecer associação simbiótica com raízes de plantas para que possam, por meio da colonização radicular, receber carboidratos necessários ao seu crescimento e à sua reprodução.

Os fungos MA propagam-se a partir de esporos e hifas, denominados de "propágulos infectivos",

sendo que esses ocorrem livres no solo ou associados a raízes de plantas. A germinação de diversas espécies se dá em meios de cultura sem a presença de plantas, ou seja, sem qualquer estímulo externo. Por exemplo, *Rhizoglyphus clarus* germina em meio ágar-água (SOUZA; BERBARA, 1999). Quando o fungo germina, mas não consegue estabelecer a colonização, ele gasta parte de suas reservas e pode perder a viabilidade. Essa situação é comum em solos mantidos sem cobertura vegetal e é prejudicial à sobrevivência dos fungos MA.

Os esporos formados pelos fungos MA estão entre os maiores produzidos pelos fungos e podem variar desde 20 μm a mais de 1.000 μm de diâmetro. A maioria das espécies conhecidas produz esporos dentro da faixa de 38 μm até 425 μm de diâmetro (SOUZA et al., 2005). Os esporos servem para a disseminação e a sobrevivência dos fungos MA (STÜMER; SIQUEIRA, 2006). Os esporos podem manter a viabilidade no solo seco por um período de até 3 anos, porém essa capacidade varia entre gêneros, além disso, dormência tem sido relatada para espécies do gênero *Acaulospora*.

Quais são as práticas agrícolas que favorecem a formação de micorrizas?



Os fungos MA necessitam de raízes ativas de plantas compatíveis para que possam se desenvolver e completar seu ciclo de vida. Assim, a manutenção da

cobertura vegetal é um dos fatores que mais favorece a manutenção dos fungos MA. A manutenção da estrutura do solo sem revolvimento também favorece os fungos MA, principalmente as espécies que requerem longos períodos para a esporulação (SOUZA et al., 2005). Plantio direto é uma prática que favorece a manutenção da malha de hifas. Já a aração e a gradagem destroem a malha de hifas e podem selecionar algumas espécies de fungos MA. Níveis de adubação adequados aos cultivos, segundo recomendações de adubação, em geral são favoráveis, bem como práticas de rotação de culturas e policultivos (SIEVERDING, 1991).

Quais são as práticas agrícolas deletérias à formação de micorrizas?



A prática agrícola mais deletéria às micorrizas é a retirada total da cobertura vegetal, seguida pela perda da camada arável e do revolvimento intenso e frequente do solo durante a aração e a gradagem. O monocultivo com plantas não micotróficas, como as brássicas, por longos períodos também é bastante prejudicial. Essas práticas impedem que os fungos MA possam completar seu ciclo de vida. A fertilização do solo com altas doses de fertilizantes, em especial o fósforo, afeta a sobrevivência dos fungos MA por reduzirem a necessidade das plantas de formar micorrizas e, com isso, a alocação de carboidratos necessários ao desenvolvimento desses fungos.

A utilização indiscriminada de agroquímicos, em especial os fungicidas, pode ser deletéria à formação de micorrizas. No entanto, essa informação não pode ser generalizada, pois nem todos os fungicidas afetam os fungos MA. Há um site que oferece uma lista atualizada a respeito².

Quais são as recomendações para o isolamento e a manutenção de estirpes e coleções de cultura de micorrizas?



Os fungos MA podem ser isolados diretamente de amostras de solo, recorrendo-se a técnicas de peneiramento úmido de material contido em suspensões de solo, seguido de centrifugação. Entretanto, técnicas de enriquecimento do número de propágulos de fungos MA são, em geral, utilizadas para obter esporos de melhor qualidade e em maior número. Culturas de fungos MA podem ser estabelecidas de fragmentos colonizados de raízes, de solo contendo propágulos e também pelo transplântio de plantas diretamente para solos ou substratos esterilizados, para posterior extração de esporos. Mais detalhes sobre técnicas de isolamento de fungos MA podem ser obtidos no site da Coleção Internacional de Culturas de Glomeromycota (CICG)³ e da publicação de Souza (2000) e de Souza e Guerra (1998).

² Disponível em: <<http://www.planthealthcare.com/>>.

³ Disponível em: <<http://www.furb.br/cicg>>.

Posteriormente, os esporos obtidos são selecionados em microscópio estereoscópico, de acordo com suas características morfológicas (cor, tamanho, forma, hifa de sustentação, entre outras).

Os processos de isolamento e manutenção de estirpes são similares por utilizarem sistema de cultivo denominado "vasos de cultivo" (VC). Os VC podem ser estabelecidos a partir de esporos, raízes e amostras de solo obtidos diretamente de amostras ambientais, em substrato esterilizado. O sistema VC também é utilizado para o cultivo de estirpes purificadas, mantidas em coleção de culturas. Ver, a propósito, a Coleção Internacional de Culturas de Glomeromycota (CICG) e Souza (2000).

Existe especificidade entre espécies de fungos e de plantas?



Os fungos MA são considerados organismos com baixa especificidade hospedeira. A mesma espécie ou estirpe do fungo é capaz de formar simbiose com diversas espécies de plantas de diferentes gêneros e famílias com hábitos de crescimento distintos (anuais, perenes, arbustivas, arbóreas, etc.). Entretanto, a eficiência da simbiose depende da interação entre o genótipo da planta e do fungo, e também das condições edafoclimáticas, existindo espécies de fungos adaptadas a solos ácidos, neutros, alcalinos, salinos, entre outros. E, para cada uma dessas condições, estirpes devem ser selecionadas para plantas de interesse.

Quando a inoculação é necessária?



inoculação com fungos MA deve ser feita sempre que possível, visando garantir uma colonização rápida e eficiente. É imprescindível em situações onde a presença de propágulos de fungos MA nativos é baixa ou inexistente, ou, então, em comunidades com baixa diversidade de fungos MA.

A fase de produção de mudas é a melhor fase para a inoculação porque:

- Provê os benefícios da micorriza na fase em que a planta é mais frágil e vulnerável.
- Os substratos utilizados para a produção de mudas apresentam, em geral, baixa diversidade e número de propágulos.
- Requer quantidades menores de inóculo.
- Favorece o desenvolvimento e a nutrição da muda, reduzindo, assim, o tempo de viveiro.
- Aumenta a taxa de pegamento e a sobrevivência da muda na fase de transplantio.
- Torna as plântulas mais tolerantes ao ataque de pragas e doenças.

A inoculação, no entanto, pode ser feita em qualquer fase do desenvolvimento da cultura. É, porém, mais fácil e eficiente na fase de plantio, fase essa em que as primeiras raízes são formadas.

Assim, os benefícios da micorrização já são observados na primeira fase de desenvolvimento da planta. Para culturas perenes, como fruteiras, pode ser necessário fazer inoculações anuais, dependendo do sistema de plantio, principalmente quando o sistema passa por períodos de dormência, por poda severa e por seca, e também quando o sistema de cultivo mantém o solo limpo, ou seja, sem cobertura vegetal. A inoculação de culturas plantadas por toletes (mandioca, cana-de-açúcar) requer maior quantidade de inóculo, visando espalhar o inóculo por toda a extensão onde possam surgir raízes.

Como a inoculação deve ser feita?



O posicionamento do inóculo é a chave para o sucesso do processo de inoculação. Como regra geral, o inóculo deve ser posicionado imediatamente abaixo da região de emergência das raízes. No caso de mudas produzidas em bandejas, o inóculo deve ser colocado na cova de plantio ou, então, raízes da plântula pré-germinada devem ser colocadas em contato com o inóculo.

A quantidade requerida depende da taxa de crescimento inicial da espécie a ser inoculada e da densidade/diversidade de propágulos infectivos presentes no inóculo. Para o plantio de mudas, a quantidade pode variar de 1 mL a 100 mL. A inoculação de sementes de culturas plantadas diretamente no campo, como o milho, requer quantidades similares, o que representa um desafio para a produção de inóculo.

Quais são as principais técnicas para a produção de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares?



s fungos MA são biotróficos obrigatórios. Essa característica dificulta, mas não impede a produção de inóculo em larga escala. Atualmente, todas as técnicas de produção de inóculo de fungos MA requerem o estabelecimento da simbiose micorrízica com raízes de plantas.

A produção de inóculo de fungos MA pode ser obtida por vários métodos, como, por exemplo, os que utilizam culturas de raízes *in vitro*, a produção em casas de vegetação, a hidro e a aeroponia, e até mesmo métodos de produção no campo (IJDO et al., 2011; SIEVERDING, 1991). A produção de inóculo asséptico tem sido obtida por meio do cultivo *in vitro* do fungo em associação com culturas de raízes transformadas por *Agrobacterium rhizogenes*. Esse processo é o mais utilizado para a produção comercial de inóculo de fungos MA e é dominado por diversos grupos de pesquisa nacionais, sendo os pioneiros dessa técnica no Brasil o professor Ricardo Luiz Louro Berbara, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), e o primeiro autor deste capítulo (SOUZA; BERBARA, 1999). Outros métodos de produção geralmente não garantem a produção de inoculante isento de outros microrganismos, dificultando, assim, o registro de inoculante micorrízico arbuscular no Brasil.

A produção em casas de vegetação, onde o fungo é cultivado com espécies de plantas hospedeiras,

usualmente gramíneas, é um método relativamente barato e eficiente, sendo o mais utilizado por instituições de pesquisa e universidades no Brasil, seja para a produção de inóculo, seja para a manutenção de coleção de culturas.

A produção em sistemas de aeroponia também tem sido desenvolvida em instituições de pesquisa no Brasil (PAIVA et al., 2003; SANTANA et al., 2014). Apesar do alto nível tecnológico desenvolvido nas instituições de pesquisa brasileiras, as tecnologias ainda não foram incorporadas pela indústria de inoculantes nacional. Nos Estados Unidos, no Canadá, no México, na Índia, no Japão e em países-membros da União Europeia, existem diversas empresas que comercializam inoculantes micorrízicos. Alguns produtos são obtidos a partir do cultivo do fungo *in vitro* associado a culturas de raízes, mas, na maioria deles, também são comercializados inoculantes produzidos em sistemas com plantas, sejam esses em vasos de cultivo com substratos diversos, sejam em sistemas mais sofisticados, como os hidropônicos e os aeropônicos (JARSTFER; SYLVIA, 1992; IJDO et al., 2011).

As principais técnicas de produção de inóculo são:

- Cultivo *in vitro* de fungos MA em cultura de raízes. Essa técnica é a única que permite a produção do fungo em condições totalmente assépticas e tem sido utilizada por diversas empresas no mercado internacional. No Brasil, essa técnica é dominada por diversos laboratórios, principalmente, na Embrapa Milho e Sorgo, por Francisco A. de Souza, na

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por Ricardo Luís Loro Berbara, e na Universidade Estadual de Londrina, por Galdino Andrade Filho.

- Cultivo aeropônico e cultivo hidropônico. Têm sido empregados no exterior. No Brasil, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o Laboratório Dra. Leonor Costa Maia e o Instituto Agrônomico de Pernambuco (IPA)⁴ desenvolveram esse sistema de produção de inóculo.
- Sistema de produção de inóculo micorrízico denominado de "vasos de cultivo". É o mais tradicional e consiste na produção de inóculo em substrato disposto em vasos ou canteiros. Esse sistema tem sido utilizado por diversas instituições de pesquisa e universidades no mundo. E é utilizado principalmente para produzir inóculo para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa. No exterior, diversas empresas utilizam essa técnica para a produção comercial de inóculo.
- Cultivo *on farm* ou na fazenda. Consiste na produção de inóculo pelo próprio produtor rural. Utiliza como inóculo o solo coletado no próprio estabelecimento rural. O solo contendo propágulos de fungos MA é inoculado em um substrato à base de vermiculita e de um composto orgânico, e é cultivado com gramíneas, tais como milho, sorgo e milheto, além de leguminosas. Depois de

⁴ Disponível em: <<http://www.ipa.br/resp61.php>>.

um período de 4 a 6 meses, o substrato contendo esporos multiplicados é utilizado como inóculo. Essa técnica tem sido difundida pelo pesquisador David Douds Júnior, da United States Department of Agriculture (Usda)⁵. No Brasil, tem sido utilizada com sucesso pelos autores deste trabalho.

Existe inoculante de fungos MA no mercado brasileiro?



parece que não há registros de estirpes de fungos MA para a produção de inoculante no Brasil, pelo menos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Esse cenário reflete, principalmente, o custo envolvido no registro de inoculante, o qual deve ser obtido por cultura, e a necessidade de maior interação entre o setor industrial de inoculantes e os institutos de pesquisa e universidades, visto que as técnicas de produção de inóculo são dominadas no âmbito da pesquisa nacional.

Segundo o Mapa, fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes são insumos básicos que, empregados de forma correta, aumentam a produção agrícola⁶. A regulamentação da produção e o comércio desses produtos são feitos por esse ministério, de forma a garantir padrão de qualidade para os produtores.

⁵ Disponivelem: <<http://rodaleinstitute.org/a-complete-how-to-on-farm-am-fungus-inoculum-production/>>.

⁶ Disponívem em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/fertilizantes>>.

O Mapa define inoculante como substância que contenha microrganismos com atuação favorável ao desenvolvimento vegetal. Para obter sucesso na inoculação das plantas, a formulação do inoculante deve combinar algumas características, tais como: a) proporcionar um ambiente protetor para os microrganismos, evitando o declínio da população durante o tempo de transporte e armazenamento; b) ser de fácil uso e aplicação; c) ser ambientalmente correta; e d) ter uma boa relação custo-benefício para viabilizar sua produção (HERRMANN; LESUEUR, 2013). Segundo Rossi (2006), outro fator importante é a qualidade microbiológica, tanto pela ausência de patógenos que comprometam o controle fitossanitário, quanto pela ausência de microrganismos de vida livre que possam afetar a viabilidade do inoculante.

É possível produzir inoculante micorrízico de qualidade na propriedade rural?



Sim. O método *on farm*, ou na fazenda, de produção de inóculo de fungos MA é um sistema de produção de inóculo executado pelo próprio produtor rural para ser usado diretamente em sua propriedade. Inóculos *on farm* podem ser produzidos por meio de vários métodos (DOUDS JÚNIOR, 2009; DOUDS JÚNIOR et al., 2006).

Recentemente, experiências no Brasil têm demonstrado que a produção de inoculante *on farm* é

viável, pois sendo de baixo custo para o produtor e não implica gastos com transporte do inóculo até a propriedade do produtor (CZERNIAK; STÜRMER, 2014; GOETTEN et al., 2016; SCHLEMPER; STÜRMER, 2014). Além disso, a produção pode ser feita utilizando-se resíduos diversos como componentes do substrato utilizado para a produção de inoculante micorrízico.

A fonte de propágulos para a produção desse tipo de inóculo deve ser obtida na própria propriedade rural, em áreas de solo fértil e livres de pragas e doenças. Podem ser usados como inoculantes de fungos MA todos os propágulos infectivos, como hifas e esporos, além de raízes e substratos colonizados (MIRANDA, 2008).

Quais são as plantas utilizadas para a multiplicação de fungos MA?



Além da capacidade de multiplicação de fungos MA, as espécies de plantas escolhidas para a produção de inóculo devem apresentar características fitossanitárias adequadas para que não promovam a disseminação de pragas e doenças. Nesse sentido, um dos problemas a ser coibido é a multiplicação de nematoides e outras pragas de solo. Para evitar a multiplicação de nematoides, devem ser escolhidas espécies tolerantes e/ou que apresentem baixo fator de reprodução (FR) de nematoides. Diversos híbridos de

milho e variedades de sorgo e milheto apresentam FR baixo, além das espécies de crotalárias *C. spectabilis* e *C. breviflora*. A utilização de consórcio de espécies de plantas para a multiplicação de fungos MA é comprovadamente vantajosa.

Considerações finais



Os fungos MA ocorrem naturalmente na maioria dos solos, e suas comunidades podem ser mantidas por meio de boas práticas agrícolas. No entanto, em diversas situações, a inoculação é necessária. Nessas situações, não havendo inoculante micorrízico disponível no mercado nacional, o agricultor pode produzir o próprio inóculo, recorrendo à técnica chamada *on farm*. Essa técnica é simples e de fácil execução, principalmente por agricultores orgânicos acostumados à produção de composto e outros produtos na própria fazenda. O inóculo produzido nesse sistema deve ser utilizado exclusivamente na propriedade rural produtora, para evitar a disseminação de pragas e doenças entre propriedades rurais.

A pujança e a tecnificação do agronegócio brasileiro têm atraído, para o Brasil, investimentos de grandes empresas internacionais e também favorecido a criação e o fortalecimento de empresas nacionais produtoras de inoculantes. Espera-se, aliás, que, em breve, o mercado nacional possa estar suficientemente habilitado a oferecer inoculantes micorrízicos

de qualidade. Diversas instituições no Brasil mantêm coleções de fungos MA testados para diversas culturas e adaptados aos solos brasileiros. A produção de inoculantes com base nesses fungos pode ser feita por meio de parcerias público-privadas, entre empresas de pesquisa e universidades e o setor industrial.

Referências



AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. **Mycorrhiza**, v. 6, n. 6, p. 457-464, 1997a.

AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. M. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. **Scientia Horticulturae**, v. 68, p. 1-24, 1997b.

AZCÓN-AGUILAR, C.; CANTOS, M.; TRONCOSO, A.; BAREA, J. M. Beneficial effect of arbuscular mycorrhizas on acclimatization of micropropagated cassava plantlets. **Scientia Horticulturae**, v. 72, p. 63-71, 1997.

AZCÓN-AGUILAR, C.; PALENZUELA, E. J.; GARCÍA, L.; BAREA, J. M. Aplicación de las micorrizas en horto-fruticultura. **Phytoma**, v. 110, p. 46-56, 1999.

BANUELOS, J.; ALARCÓN, A.; LARSEN, J.; CRUZ-SÁNCHEZ, S.; TREJO, D. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Meloidogyne incognita* in the ornamental plant *Impatiens balsamina*. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 14, n. 1, p. 63-74, 2014.

CHANTAL, H. Prospects and problems pertaining to the management of arbuscular mycorrhizae in agriculture.

Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 60, p. 197-210, 1996.

CZERNIAK, M. J.; STÜRMER, S. L. Produção de inoculante micorrízico on farm utilizando resíduos da indústria florestal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1712-1721, 2014.

DOUDS JÚNIOR, D. D. Utilization of inoculum produced on-farm for production of AM fungus colonized pepper and tomato seedlings under conventional management. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 26, p. 353-364, 2009.

DOUDS JÚNIOR, D. D.; NAGAHASHI, G.; PFEFFER, P. E.; REIDER, C.; KAYSER, W. M. On-farm production of AM fungus inoculum in mixture of compost and vermiculite. **Bioresour Technol**, n. 97, p. 809-818, 2006.

GOETTEN, L. C.; MORETTO, G.; STÜRMER, S. L. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum produced on-farm and phosphorus on growth and nutrition of native woody plant species from Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, p. 9-16, 2016.

HAMEL, C. Prospects and problems pertaining to the management of arbuscular mycorrhizae in agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 60, p. 197-210, 1996.

HERRMANN, L.; LESUEUR D. Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation. **Applied Microbioly Biotechnology**, v. 97, n. 20, p. 8859-73, 2013.

IJDO, M.; CRANENBROUCK, S.; DECLERCK, S. Methods for large scale production of AM fungi: past, present, and future. **Mycorrhiza**, v. 21, p. 1-16, 2011.

JARSTFER A. G.; SYLVIA D. M. Inoculum production and inoculation strategies for vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: DEKKER, M. B. M. (Ed.). **Soil microbial technologies: applications in agriculture, forestry and**

environmental management. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 349-377.

KAPOOR, R.; SHARMA, D.; BHATNAGAR, A. K. Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential applications. **Scientia Horticulturae**, v. 116, p. 227-239, 2008.

LAMBAIS, M. R.; RAMOS, A. C. Sinalização e transdução de sinais em micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A. de; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: Ed. da Ufla, 2010. p. 119-132.

MIRANDA, J. C. C. de. **Cerrado: micorriza arbuscular: ocorrência e manejo**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2008. 169 p.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Ed. da Ufla, 2006. 729 p.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; INEICHEN, K.; RIS, E. A.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. **New Phytologist**, v. 165, p. 273-283, 2005.

PAIVA, L. M.; SILVA, M. A.; SILVA, P. C.; MAIA, L. C. *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*: cultivo em solo e aeroponia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 257-262, 2003.

PURIN, S.; KLAUBERG FILHO, O. Glomalina: nova abordagem para entendermos a biologia dos fungos micorrízicos arbusculares. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A. de; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. (Org.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: Ed. da Ufla, 2010. p. 503-524.

ROSSI, M. J. **Tecnologia para produção de inoculantes de fungos ectomicorrízicos utilizando cultivo submerso em**

biorreator airlift. 188 f. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SANTANA, A. S. de; CAVALCANTE, U. M. T.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; COSTA M., L. C. Production, storage and costs of inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 37, p. 159-165, 2014.

SCHLEMPER, T. R.; STÜRMER, S. L. On farm production of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum using lignocellulosic agrowastes. **Mycorrhiza**, v. 24, p. 571-580, 2014.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Eschborn (Germany):** Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Germany: [s.n.]. 1991, 371 p.

SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil.** Lavras: Ed. da Ufla, 2010. 716 p.

SIQUEIRA, J. O; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas.** Ciências agrárias nos trópicos brasileiros. Brasília, DF: MEC: Esal; Lavras: Faepe; Abeas, 1988. 235 p.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis.** 3th ed. San Diego: Academic Press, 2008, 787 p.

SOUZA, F. A. de. **Banco ativo de glomales da Embrapa Agrobiologia:** catalogação e introdução de novos isolados desde 1995. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 40 p. (Embrapa-CNPAB. Documento, 123).

SOUZA, F. A. de; BERBARA, R. L. L. Ontogeny of *Glomus clarum* in Ri T-DNA transformed roots. **Mycologia**, v. 91, p. 343-350, 1999.

SOUZA, F. A. de; DALPÉ, Y.; DECLERCK, S.; LA PROVIDENCIA, I. E.; SÉJALON-DELMAS, N. Life history strategies in Gigasporaceae: insight from monoxenic culture. In: DECLERCK, S.; STRULLU, D. G.; FORTIN, J. A. (Ed.).

Soil biology - in vitro culture of mycorrhizas. New York: Springer, 2005. p 73-91.

SOUZA, F. A. de; GUERRA, J. G. M. **Emprego da técnica do número mais provável (NMP) no estudo de populações de fungos micorrízicos arbusculares (FMA).** Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 1998. (Circular técnica).

STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Soil biodiversity in Amazonian and Brazilian ecosystems.** London: Cabi- Publishing, 2006. p. 206-236.

TALAVERA, M.; ITOU, K.; MIZUKUBO, T. Reduction of nematode damage by root colonization with arbuscular mycorrhiza (*Glomus* spp.) in tomato-*Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) and carrot-*Pratylenchus penetrans* (Tylenchida: Pratylenchidae) pathosystems. **Applied Entomology Zoology**, v. 36, p. 387-392, 2001.



A sustentabilidade da irrigação no Brasil

Marcos Brandão Braga

A sustentabilidade da irrigação no Brasil

Resumo

A irrigação é uma técnica milenar que deu sustentação a muitas civilizações antigas, como a egípcia com a produção de alimentos às margens do Rio Nilo. No Brasil vem sendo usada desde o século 19, primeiro, com a ocupação das áreas de várzea, e, depois, expandindo-se por outras regiões, como uma saída tecnológica para a produção de alimentos e a fixação do homem no campo, em regiões com condições climáticas desfavoráveis ao cultivo de sequeiro, como no Semiárido nordestino. Sendo a água o fator de produção mais importante na agricultura, que, por sua vez, é o segmento com maior demanda de água como base da produção de alimentos, é preciso discutir seu uso sustentável diante da preocupante limitação de recursos hídricos em vários países, inclusive no Brasil. Este artigo relata a importância das tecnologias de irrigação e sua sustentabilidade, além de focar em problemas estruturais próprios do desenvolvimento sustentável da região do Semiárido brasileiro, onde a água é o fator condicionante do desenvolvimento regional.

Termos para indexação: desenvolvimento sustentável, uso da água, produção agrícola.

Sustainability of irrigation in Brazil

Abstract

Irrigation is an old technique which has supported ancient civilizations like the Egyptians, who produced food on the banks of the Nile River. In Brazil, it has been used since the 19th century; at first, it was used for the occupation of floodplains, and later it expanded to other regions, as a technological solution for food production and for settling the man in the countryside in regions with unfavorable weather conditions for rain-fed cultivation, such as the Brazilian semi-arid Northeast. Because water is the most important production factor in agriculture which, by its turn, is the major consumer of water (so as to produce food for mankind), it is strategic to discuss its sustainable use as we face a general water shortage worldwide, including Brazil. This chapter describes the importance of irrigation technologies and their sustainability, in addition to focusing on structural problems peculiar to the sustainable development of the Brazilian semi-arid region, where water is the major factor for regional development.

Index terms: sustainable development, water use, agricultural production.

Introdução



As experiências de produção irrigada nas regiões do Brasil iniciaram-se com a criação, em 1919, do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (Dnocs) e consolidaram-se com a fundação da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf). Os primeiros perímetros públicos de irrigação surgiram na década de 1960. Atualmente existem mais de 20 perímetros irrigados, localizados principalmente nos estados da Região Nordeste do Brasil. Na década de 1980, foram criados vários programas governamentais de políticas públicas tendo como intuito incrementar a irrigação no País. Assim, foram lançados o Programa Nacional de Irrigação (Proni), o Programa de Irrigação do Nordeste (Proine) e o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (Pró-Várzeas).

O Brasil é o país mais bem servido em recursos hídricos, acumulando dentro de suas fronteiras 12% do total de água doce da Terra. Infelizmente, essa água não está bem distribuída no espaço brasileiro. A Região Amazônica, com baixas densidade populacional e demanda hídrica, concentra 80% dos recursos hídricos, ou seja, ostenta abundância de água doce. Já o Agreste e o Sertão nordestino ressentem-se da falta d'água. E, em algumas regiões do Sudeste brasileiro, não se consegue atender à enorme demanda por água. A crise hídrica que abalou o Sudeste brasileiro no período de 2014/2015 vinha dando sinais

desde o final dos anos 1990, quando começaram a ser constatadas precipitações pluviais abaixo das médias históricas, simultaneamente ao aumento do consumo de água doce, tanto por parte da população quanto das indústrias em expansão e do setor agropecuário.

A água é, sabidamente, o fator de produção mais importante para o desenvolvimento da agropecuária. Entretanto, no Brasil, esse elemento ainda não foi devidamente valorizado por vários motivos. Primeiro porque são despendidos relativamente poucos recursos financeiros, em comparação com o total do custo com água com irrigação, e segundo porque há grande disponibilidade de água em certas regiões do Brasil. Em muitos países, a técnica da irrigação na agricultura é contestada sob a alegação de que esgota as fontes hídricas e/ou as contamina. A bem da verdade, essas críticas não têm embasamento científico, mostrando o desconhecimento, da parte de seus defensores, das vantagens dessa técnica.

A irrigação virou uma vilã desde que o abastecimento de água de muitas cidades foi afetado pela falta d'água. Além disso, no Brasil, outros setores se ressentiram da sua falta, principalmente o hidroelétrico, que necessita de um elevado volume de água para a produção de energia.

Da outra parte, o agricultor deseja ter água suficiente para a prática da irrigação, garantia da sobrevivência da sua lavoura. E para os governos de muitos países, a segurança alimentar sobrepõe-se a todos os interesses sobre a água, porque dela depende a sobrevivência humana; por isso, esses governos consideram a técnica de irrigação uma prática eficiente para

multiplicar a produção, dispensando o aumento da área cultivada.

A agricultura irrigada garante 44% dos alimentos produzidos no mundo, explorando-se somente 18% da área cultivada. O Brasil caminha para ter 7 milhões de hectares irrigados, valor muito aquém do seu potencial. Mesmo com 6,7% da área total cultivada, o setor da agricultura irrigada contribui com 20% do total da produção brasileira, correspondendo a 43% do valor da produção.

O desafio que se apresenta à humanidade é desenvolver-se econômica e socialmente de maneira sustentável, ou seja, trazendo o menor impacto possível ao meio ambiente. Os impactos ambientais podem ocorrer de forma natural (terremotos, maremotos, etc.) ou podem surgir das atividades humanas, como enchentes e desabamento de encostas de morros. Aliás, qualquer atividade exercida pelo homem possui potencial de produzir algum tipo de impacto, razão por que o homem deve aplicar ou desenvolver práticas para mitigá-lo, de modo a preservar ao máximo a condição natural.

A agricultura é uma das atividades que mais causam impactos negativos ao meio ambiente, porém, se ficássemos privados dela, não seria possível alimentar a crescente população mundial, hoje em torno de 7 bilhões de pessoas. Ademais, a Organizações das Nações Unidas (ONU) prevê que, em meados de 2025, a população chegará a 8 bilhões de pessoas.

O manejo adequado das práticas tecnológicas relacionadas com a produção de alimentos pode amenizar esses impactos. A sociedade civil vem,

cada vez mais, exigindo protocolos de uso racional de diversos componentes do sistema de produção agrícola. As redes varejistas têm respondido a esse requerimento, quando exigem controle rigoroso de qualidade, por meio de sistemas de rastreabilidade dos produtos comercializados em seus estabelecimentos. Como exemplo, podemos citar o manejo integrado de pragas (MIP), as diversas certificações e os protocolos agrícolas nacionais e internacionais, como a Eurepgap.

A Eurepgap¹ é um sistema de gestão da qualidade, com a finalidade de melhorar os padrões dos produtos da indústria alimentícia. Originou-se como uma iniciativa dos comerciantes varejistas e supermercados europeus. O protocolo de boas práticas agrícolas do Eurepgap é considerado um código de conduta e já é adotado para a certificação. Trata-se, portanto, de um modelo de certificação, documento normativo, baseado nas boas práticas agrícolas, aplicadas na produção de frutas, vegetais frescos, flores e carne.

Produção agrícola versus uso da água



água é o principal insumo para o sucesso da produção agrícola. Sem ela, nada se produz. Os recursos hídricos serão, no futuro próximo, o recurso natural mais precioso e, por isso, terão valor incalculável. Portanto,

¹ Disponível em: <<http://acz.vet.br/eurepgap.html>>.

o uso sustentável e a gestão desse recurso devem fazer parte do planejamento estratégico e da política de recursos hídricos de um país. Já estamos racionando água em áreas onde, no passado, o racionamento jamais seria imaginado, como nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

Os efeitos das mudanças climáticas serão maiores nos sistemas agrícolas, ou seja, afetarão a agricultura em seu motor maior que é a disponibilidade de recursos hídricos, no tempo e na quantidade necessária à produção econômica das lavouras. Segundo previsões de especialistas em mudanças climáticas globais, os países tropicais, como o Brasil, serão os mais afetados.

O Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006) revelou que há aproximadamente 4,45 milhões de hectares irrigados no Brasil. Mesmo sendo um número relativamente pequeno em relação ao potencial do País (de 30 milhões de hectares) – cerca de 6,7% da área cultivada em 2006 –, a agricultura irrigada foi geradora de 20% da produção e 43% do valor econômico da produção, valores que demonstram a grande vantagem competitiva dos cultivos irrigados.

A última estimativa da área irrigada do Brasil, realizada por um órgão oficial – a Agência Nacional de Águas (ANA) –, no ano de 2012, registrou em torno de 6,1 milhões de hectares irrigados, número ainda pequeno para o tamanho das possibilidades brasileiras. A Tabela 1 mostra áreas irrigadas por região do Brasil e a estimativa por região da área potencial.

Tabela 1. Potencial de área irrigada no Brasil.

Região	Área irrigada (IBGE, 2006)	Área potencial	Incremento (x vezes)
Norte	107.789,21	14.598.000,00	135,43
Nordeste	985.347,63	1.304.000,00	1,32
Centro-Oeste	549.465,88	4.926.000,00	8,96
Sudeste	1.586.744,28	4.229.000,00	2,66
Sul	1.224.578,11	4.507.000,00	3,68
Total	4.453.925,11	29.564.000,00	6,64

Fonte: Agência Nacional de Águas (2012) e Christofidis (2002).

Observando os dados da Tabela 1, nota-se que as áreas com maior potencial de crescimento da agricultura irrigada estão concentradas, basicamente, nos estados do Norte e do Centro-Oeste do Brasil, regiões onde a questão ambiental é limitante e vem gerando conflitos de interesse entre o setor agrícola e o ambiental. Sabe-se que o desenvolvimento econômico-social dessa vasta área do Brasil passa pela adoção e/ou pelo ajuste de técnicas e práticas que possibilitem o desenvolvimento sustentável, tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental.

Parte da população brasileira opõe-se ao uso da água para irrigação por total falta de conhecimento sobre a técnica. Ademais, instigada pelos meios de comunicação, que relatam apenas casos de consumo exagerado dessa técnica, a sociedade costuma rejeitar aquela prática. Cabe aqui relatar que a água aplicada na irrigação não é perdida, já que ela entra no sistema do ciclo hidrológico, para, depois, retornar aos rios e mananciais.

A quem se opõe ao uso da água para a irrigação, é oportuno perguntar que sugestão propõe para garantir

a produção de alimentos? Proibir a produção da agricultura irrigada? Responderíamos a esses críticos com outra pergunta: qual seria o custo de não irrigar? Se forem usados outros recursos, com certeza mais dispendiosos, que preço se pagaria por 1 kg de feijão ou de arroz nas gôndolas dos mercados brasileiros? Esses dois grãos, participantes da base alimentar do povo brasileiro, são, hoje, basicamente cultivados sob irrigação.

Não precisa ser economista para fazer uma estimativa dos preços desses alimentos, que poderiam atingir valores irrealistas, inalcançáveis para a maioria dos consumidores brasileiros. Aqui foram exemplificados somente dois grãos, mas o mesmo raciocínio pode ser estendido à maioria das frutas e hortaliças consumidas no Brasil. E aumentando a abrangência da nossa pesquisa, fazemos uma pergunta simples: considerando que, no mundo, há cerca de 1 bilhão de pessoas (FAO, 2009) que passam fome, como deixar de usar a irrigação na produção de alimentos, técnica que, entre vários benefícios (como alta produtividade e preservação do meio ambiente), ostenta o de poupar a exploração de novas áreas agrícolas?

O simplismo das informações repassadas e repetidas levemente em diversos meios de comunicação faz a população acreditar que a irrigação é um problema, e não uma parte da solução. O que deveria ser feito é aplicar as tecnologias disponíveis para diminuir perdas e aumentar a eficiência no uso da água, o que não vem sendo feito eficientemente, tanto na cidade quanto no campo.

Novas pesquisas devem ser feitas orientadas para o aumento da eficiência do uso da água, com

maior produção por quantidade de água aplicada. E também criar incentivos e políticas públicas voltadas ao reúso da água, principalmente nos meios urbanos e periurbanos. E, por fim, capacitar e fortalecer as instituições de assistência técnica e extensão rural para que atuem fortemente nesse importante tema.

O que se verifica, portanto, é que os cultivos irrigados, além de aumentarem a produtividade por hectare, promovem, em última instância, a segurança alimentar (em termos de oferta e diminuição de custos dos alimentos), pois são essenciais na garantia da produção de alimentos e na diminuição da sazonalidade da produção. As pesquisas, antigas e recentes, já provaram que é possível economizar água e produzir mais, com menos. Sabe-se que normalmente os irrigantes aplicam água em excesso – em torno de 40% –, causando impactos ambientais e econômicos no sistema produtivo. Essa água em excesso, se bem manejada, daria para irrigar, em uma análise simplista, mais 40% da área atualmente irrigada. Isso poderia resultar em aumento da produção sem, conseqüentemente, aumentar a quantidade de água e de terras utilizadas.

É fato que o Brasil é um país muito dependente do setor agropecuário. Conforme os superávits registrados na balança comercial do setor, a cada ano aumenta a participação desse segmento na economia brasileira. De março de 2013 a fevereiro de 2014, por exemplo, as exportações do agronegócio alcançaram o montante de US\$ 99,34 bilhões. O saldo da balança comercial do agronegócio no período considerado alcançou a marca de US\$ 82,2 bilhões (PORTAL BRASIL, 2014). Esses são motivos que reforçam a necessidade de que o tema da água no sistema

agrícola seja objeto de muita atenção por parte dos setores público e privado brasileiro.

Sustentabilidade da agricultura irrigada



sustentabilidade é um termo genérico, gestado em países desenvolvidos, que vem sendo usado indiscriminadamente por pessoas que não sabem o que dizem. Essas mesmas pessoas, que pregam a sustentabilidade em países desenvolvidos, para serem coerentes com sua ideologia, concordariam, a bem dessa sustentabilidade, em dividir seus excedentes com parte da população dos países pobres, com aqueles que vivem com menos de US\$ 2,00/dia, ou seja, em situação de miséria e fome?

O uso da irrigação, como qualquer outro empreendimento humano que vise à sustentação econômica, afeta o meio ambiente. Mas informações totalmente equivocadas, como aquela de que a irrigação consome 70% dos recursos hídricos disponíveis, contribuem mais ainda para criar a fama negativa da irrigação agrícola. Essa afirmação apenas seria verdadeira se a água usada na irrigação não voltasse ao ciclo hidrológico. Ou seja, a informação verdadeira é que somente uma pequena parte da água aplicada, próximo a 1%, fica nos frutos e nos grãos produzidos; do restante, parte evapora (formando nuvens), parte escoia sobre a superfície e/ou percola no perfil do solo até os lençóis freáticos que vão “alimentar” lagos e rios, ou vai ser armazenada em aquíferos. Outro aspecto que conta

negativamente são os exemplos de projetos tecnicamente mal concebidos e conduzidos, como o realizado próximo ao Mar de Aral, implantado e mantido pela antiga União Soviética na década de 1960. Esse projeto vem sendo usado como exemplo clássico de total insustentabilidade no uso da água para irrigação. Porém, bem próximo do Mar de Aral, há excelentes exemplos de uso sustentável da irrigação, com altas taxas de produtividade agrícola, como se vê nos campos irrigados em regiões desérticas do Estado de Israel.

Todo mundo, salvo raras exceções, é a favor da sustentabilidade ambiental, mas também da sustentabilidade do ser humano, que também tem direito a uma alimentação com quantidade e qualidade garantidas. Os sistemas irrigados afetam o meio ambiente, tanto aquático quanto da área a ser irrigada, porém, quando bem planejados, os benefícios sociais e econômicos são bem maiores que os danos causados ao ambiente. O Brasil é rico em exemplos. Nenhum melhor do que o polo de irrigação de Juazeiro, BA/Petrolina, PE, que gera mais de 300 mil empregos diretos e indiretos naquela região do Semiárido brasileiro. Antes dos projetos, a migração de milhares de sertanejos para os grandes centros do País era uma constante. Hoje, a região acolhe esses migrantes com ofertas de trabalho na agricultura, construção civil, comércio e prestação de serviço, além de disponibilizar boas universidades e modernos centros de saúde à população. A região está tão desenvolvida na agricultura irrigada que passou a ser conhecida como a Califórnia brasileira, graças ao seu potencial de produção de alimentos e de geração de emprego e renda.

Do ponto de vista da ocupação de áreas de terra, a produção média de 1 ha de qualquer cultura irrigada é em torno de duas a quatro vezes a produção de cultivos em sequeiro, ou seja, para se obter a mesma quantidade de produção do sistema irrigado em 1 ha, o produtor, em condições de sequeiro, teria de cultivar de 2 ha a 4 ha, além de ter de conviver com os riscos dos veranicos. Esse fato demonstra que a agricultura irrigada pode ser um grande aliado do meio ambiente, pois diminui a pressão por desmatamento de novas áreas agrícolas.

A ciência da engenharia vem dando uma contribuição enorme no uso e no manejo de recursos hídricos. As técnicas e tecnologias desenvolvidas para o armazenamento, a captação, a distribuição, o tratamento e a irrigação sofreram, no último século, avanços extraordinários. Um dos grandes passos foi o desenvolvimento de tubos e polímeros de plástico. Surgiram também válvulas, bombas hidráulicas eficientes, sistema de automação, sistema de telemetria, etc. O desenvolvimento de sistema de irrigação localizada e suas variações foi, sem dúvida, um marco para o setor, por ter aumentado a eficiência do uso da água na produção de alimentos; além de permitir a aplicação mais eficiente de adubos via água com uso da técnica de fertirrigação. Em futuro próximo, haverá no mercado sensores inteligentes que interagirão intrinsicamente com a planta e o solo, e automaticamente calcularão quanto de água e nutrientes serão necessários para que cada planta se desenvolva adequadamente. Essa tecnologia, que faz parte do que chamamos de agricultura de precisão, é um marco que veio para ficar em todos os setores e etapas da produção agrícola, desde o plantio até o armazenamento.

O Semiárido que, no ano de 2005, foi redimensionado de forma a ser beneficiário de ações de políticas públicas, aumentou sua área para 8,66%, chegando a 969.589,4 km². Essa nova área abrange nove unidades da Federação (BRASIL, 2005). Os seguintes critérios foram usados para a nova delimitação: 1) precipitações pluviométricas médias anuais inferiores a 800 mm; 2) índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período de 1961 a 1990; e 3) risco de seca maior que 60%, tomando por base o período entre 1970 e 1990 (BRASIL, 2005). O Semiárido brasileiro é, em comparação com outras regiões do mundo com características semelhantes, a região mais habitada. Essa mesma região é constituída por áreas heterogêneas, havendo aquelas com precipitações médias anuais abaixo de 400 mm, com má distribuição de chuvas e com prolongados períodos de seca. As dificuldades encontradas pelos agricultores dessas regiões vêm sendo um desafio enorme para a ciência, mas existem, em diversos países, bons exemplos que poderiam ser seguidos para minimizar tais efeitos. Todos os exemplos de sucesso passaram por algumas etapas em comum, como a adoção de tecnologias adequadas a cada situação social e edafoclimática e a agregação de valor à produção.

A propagação da crença da tal “convivência necessária com a seca” deve ter como objetivo tirar as pessoas da miséria rural, e não perpetuar políticas momentâneas que, na realidade, não beneficiaram a população pobre da região. Colaboraram, isto sim, para que algumas poucas famílias de “poderosos” se perpetuassem, por várias gerações, no topo das estruturas de

poder político e econômico daquela tão sofrida região. As experiências externas são eloquentes, como as do Estado de Israel, onde se desenvolveram os chamados kibutzs, verdadeiras cidades/indústrias onde a população vive em comunidades, com direito a educação, saúde e trabalho. Com base nessa experiência bem-sucedida, sugere-se que, nas regiões semiáridas brasileiras, seja criado um modelo similar, depois de feitas as devidas adaptações ao cenário brasileiro. Seriam escolhidos modelos de cidades-polo, onde as pessoas poderiam viver, trabalhar e ter direito a serviços públicos de qualidade. Ao redor de cada cidade, poderiam ser desenvolvidos cinturões verdes, irrigados com água residuária, obtida do saneamento básico das cidades, com tratamento prévio apropriado. Sendo, também, possível manter as antigas áreas dos produtores como reserva ambiental e/ou para plantio em épocas apropriadas (invernos chuvosos). Para essas áreas preservadas, o Estado viabilizaria um fundo econômico que remunerasse monetariamente os proprietários.

Considerações finais



alternativa de criação de cidades-polo para amenizar os efeitos da seca no Semiárido, à moda de Israel, provavelmente demandaria menos recursos públicos do que já se aplicou, no Brasil, nos últimos 20 anos, com a chamada “indústria da seca”. Não podemos mais adiar a adoção de políticas de desenvolvimento que, no futuro, possam resolver definitivamente os problemas da seca na região do Semiárido brasileiro.

Referências



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Brasília, DF: Ed. Especial, 2012. 215 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, DF: MIN, 2005. 33 p. Disponível em: (http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915). Acesso em: 10 out. 2014.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação: a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Item**, n. 54, p. 46-55, abr. 2002.

FAO. **How to feed the world in 2050**. Rome, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2009.

PORTAL BRASIL. **Agronegócio exporta US\$ 99,34 bilhões nos últimos 12 meses**. 2014. <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/03/agronegocio-exporta-us-99-34-bilhoes-nos-ultimos-12-meses>>. Acesso em: 27 out. 2014.



Aspectos de sustentabilidade na irrigação de hortaliças

Waldir Aparecido Marouelli
Lineu Neiva Rodrigues

Aspectos de sustentabilidade na irrigação de hortaliças

Resumo

A irrigação é uma prática essencial na produção de hortaliças, sobretudo em regiões e estações com precipitação irregular ou insuficiente. Mesmo em regiões úmidas, a ocorrência de veranicos, ainda que breves, prejudica a produção de espécies sensíveis. Outro aspecto importante é que uma expressiva parte da produção de hortaliças está em áreas próximas aos centros urbanos. Por reunir os principais setores que usam água, são justamente nessas regiões que há maior demanda e menor disponibilidade hídrica. A irrigação é comumente realizada em excesso, mesmo em localidades com limitação hídrica. Isso se deve ao uso de equipamentos ineficientes, ao manejo impróprio da água e ao desconhecimento das implicações de uma irrigação malfeita. Irrigar em excesso pode, ademais, implicar maior uso de agrotóxicos, pois as principais doenças são favorecidas por regas excessivas ou muito frequentes. Regas em demasia acarretam ainda lixiviação de nutrientes e maior uso de energia para o bombeamento de água. Tanto o excesso quanto a falta de água prejudicam a produtividade, a qualidade das hortaliças e a lucratividade do produtor. Além da questão econômica, a preocupação com o uso eficiente de água na irrigação tem crescido muito no presente século, resultado da expansão das áreas irrigadas, do aumento da demanda de água pelos demais setores, dos conflitos pela água e dos danos ao meio ambiente. Além da adoção de sistemas de irrigação mais eficientes, o uso racionalizado da água também pode ser alcançado pelo emprego de programas de manutenção preventiva, de estratégias adequadas de manejo e de práticas que minimizem perdas por evaporação, percolação e escoamento.

Termos para indexação: agricultura irrigada, sistemas de irrigação, manejo de água.

Sustainability issues of irrigation of vegetable crops

Abstract

Irrigation is an essential practice for the production of vegetables, especially in regions and seasons with irregular or insufficient rainfall. Even in humid regions, the occurrence of dry spells, as brief as they can be, affects the production of sensitive species. Another important aspect is that a great part of the vegetable production occurs in areas close to urban centers. Because these areas gather the main water-consuming sectors, they are precisely where there are more demand and less availability of water. Excessive irrigation is usual, even in locations with limited water supply. This is due to the use of inefficient equipment, improper water management, and lack of knowledge of the implications of poorly made irrigation. A serious consequence of excess irrigation is the trend towards greater use of pesticides, since the major diseases are favored by excessive or too frequent irrigation. In addition, excessive irrigation causes nutrient leaching and increased use of energy for pumping water. Both excess and lack of water affect vegetable yield and quality, and grower profitability. Beyond economic issues, concerns for the efficient use of water in irrigation has been significantly increasing during this century, mainly because of the expansion of irrigated areas, the other sectors' growing demand for water, water conflicts and environmental damages. In addition to adopting more efficient irrigation systems, the rational use of water can be achieved by the use of preventive maintenance programs, appropriate management strategies, and practices that minimize losses by evaporation, percolation, and runoff.

Index terms: irrigated agriculture, irrigation systems, water management.

Introdução



Para serem alcançadas produções elevadas e de boa qualidade em hortaliças, deve haver adequada disponibilidade de água no solo. Enquanto algumas espécies toleram, por alguns dias, solos relativamente secos, como a batata-doce e o quiabo, ou até por semanas, como o grão-de-bico e a lentilha, sem que a produtividade seja prejudicada, a grande maioria das hortaliças precisa de suprimento de água constante durante todo o ciclo de cultivo.

A baixa tolerância das hortaliças à falta de água se deve, em regra, ao fato de as plantas serem de ciclo de vida curto (de 70 a 150 dias) e de as partes comestíveis (folhas, frutos, tubérculos e raízes) apresentarem alto teor de água (de 80% a 95%). Suas raízes, por serem pouco profundas (de 20 cm a 40 cm), exploram um volume reduzido de solo, o que implica a necessidade de umedecer o solo frequentemente.

Outro aspecto importante relacionado às hortaliças é que uma parte considerável de sua produção é feita em áreas relativamente próximas aos médios e grandes centros urbanos. Por concentrarem os principais setores que usam água, são exatamente nessas regiões que existem as maiores demandas e a menor disponibilidade de água de qualidade.

A irrigação é uma das práticas agrícolas mais importantes na produção de hortaliças, sobretudo em regiões ou estações com distribuição irregular de chuvas ou com períodos prolongados de estiagem.

Mesmo em regiões úmidas, a ausência de chuva, ainda que por poucos dias, pode prejudicar a produção de espécies sensíveis à falta de água. Hortaliças folhosas, como alface, cebolinha e rúcula, requerem irrigações complementares, mesmo durante a estação chuvosa.

As hortaliças também não toleram excesso de água. Água em demasia prejudica a aeração do solo e a respiração das raízes, predispõe à maior ocorrência de doenças de solo e à maior perda de nutrientes por lixiviação, principalmente nitrogênio e potássio. Já o molhamento frequente da folhagem das plantas pela água de irrigação (aspersão) favorece o aumento de doenças da parte aérea. Uma grave consequência do manejo inadequado da água de irrigação é, portanto, a forte tendência de fazer maior uso de agrotóxicos para o controle de doenças em lavouras irrigadas em excesso ou em regime de alta frequência.

Ao contrário do que possa parecer e do que é costumeiramente praticado, certas questões sobre como, quando e quanto irrigar não são tão simples de responder, pois dependem de vários fatores, como a espécie cultivada, a fase de desenvolvimento das plantas, o tipo de solo e as condições climáticas.

Problemas associados à irrigação



Embora a agricultura irrigada esteja comumente associada a um elevado nível tecnológico, a irrigação no Brasil costuma ser executada com grande desperdício de água, mesmo em regiões com baixa disponibilidade

hídrica. Isso se deve ao uso de sistemas de irrigação ineficientes, a problemas de manutenção de equipamentos e ao desconhecimento, por parte do produtor, da capacidade de armazenamento de água dos solos, da necessidade de água das culturas e dos problemas decorrentes de uma irrigação malfeita.

A grande maioria dos produtores admite não irrigar corretamente, ou seja, não recorrer a técnicas específicas. Por questão de segurança ou até mesmo por saberem que as hortaliças são exigentes em água, os produtores irrigam em excesso, certos de que, assim, altas produtividades estarão garantidas, o que não é verdadeiro. Por mais contraditório que pareça, a estratégia de irrigar em excesso não é garantia de pleno suprimento de água para as plantas até a próxima irrigação, pois o solo, muitas vezes, não armazena toda a água aplicada. Água fornecida em excesso é perdida por drenagem profunda, ou seja, escoada para além das raízes e não fica, assim, disponível para as plantas.

Estima-se que, de toda a água captada para fins de irrigação, apenas 40% a 60% sejam efetivamente usadas pelas plantas. Em sistemas de irrigação por superfície – em que o sistema por sulco é o mais usado –, as perdas podem ser ainda maiores. As perdas ocorrem por vazamento, drenagem profunda, escoamento superficial, evaporação e, no caso da aspersão, também por deriva. Não é difícil, no entanto, encontrar sistemas de irrigação em que as perdas de água sejam inferiores a 20%. Para tanto, basta irrigar na medida certa, usando um sistema apropriado – existem muitas tecnologias disponíveis, inclusive de baixo custo, para que a irrigação seja realizada de forma mais sustentável.

Necessidade de uma irrigação sustentável



preocupação com o uso eficiente da água na agricultura irrigada cresce proporcionalmente ao aumento da demanda de água pelos diferentes setores, ao aumento dos conflitos pelo uso da água e ao aumento dos danos ao meio ambiente. Uma irrigação ineficiente – ou seja, em que uma grande parte da quantidade de água retirada dos mananciais para atender às necessidades hídricas das plantas é “perdida”, sem contribuir para a produção – reduz a disponibilidade hídrica nos rios e aumenta a possibilidade de conflitos pelo uso da água.

Como a irrigação é condicionada ao uso de bombas elétricas ou de combustão para a pressurização da água, ao se economizar água, também se conserva energia. No caso da energia, sua importância não está atrelada exclusivamente ao funcionamento dos sistemas de irrigação. Água e energia estão intrinsecamente associadas, são interdependentes, já que tanto a geração hídrica quanto a nuclear e a térmica precisam de recursos hídricos. Como, no Brasil, a matriz energética é baseada predominantemente na geração hídrica, o uso racional da água na irrigação e pelos demais setores é condição imprescindível para garantir energia para as gerações atuais e futuras. Quando se irriga em excesso, ocorre a drenagem profunda, que pode gerar problemas ambientais graves, pois, juntamente com a água perdida, são carreados contaminantes presentes nos fertilizantes e agrotóxicos usados na produção agrícola, os quais podem atingir o lençol freático, comprometendo seriamente a qualidade da água subterrânea e seu uso futuro.

Além de prejudicar a produção de hortaliças e impactar negativamente o ambiente, irrigações em excesso e/ou desuniformes oneram o custo de produção das hortaliças e diminuem a sustentabilidade econômica da atividade.

Cuidados para manter uma irrigação sustentável



A racionalização no uso de água, diferentemente de crença corrente, não se faz apenas pela conversão ou adoção de sistemas de irrigação (como irrigar) notoriamente mais eficientes, como o gotejamento. Isso pode ser alcançado pelo uso de programas de manutenção preventiva de equipamentos, de estratégias de manejo preciso da água de irrigação (quando e quanto irrigar) e de práticas de cultivo que minimizem as perdas de água por escoamento superficial e reduzam a evaporação de água. Além de reduzir o desperdício de água e a demanda de energia (de 10% a 60%), o uso de tecnologias poupadoras de água pode proporcionar ganhos de produtividade acima de 20% e, dessa forma, dar maior retorno econômico ao produtor.

Entre os sistemas de irrigação, o gotejamento é o que demanda menor volume de água, seguido daqueles por aspersão. Os sistemas de irrigação por superfície são os que requerem maior volume de água para irrigar uma mesma lavoura. O pivô central, quando corretamente dimensionado e manejado, é, para a surpresa de alguns, um sistema que apresenta elevada eficiência no uso de água, podendo atingir facilmente de 85% a 90% de eficiência.

De grande importância para reduzir desperdícios e aumentar a eficiência global de água são os cuidados tomados com o dimensionamento, a instalação e a manutenção periódica dos sistemas de irrigação. Pelo menos o dimensionamento do sistema de irrigação deve ser realizado por empresa ou técnico qualificado. A adoção de um programa de manutenção preventiva é fundamental para evitar problemas de vazamento e para que a água seja sempre aplicada com uniformidade similar àquela prevista em projeto. No caso do gotejamento, o entupimento parcial ou total de emissores é, sem dúvida, o principal problema a ser considerado – pode ser sanado ou minimizado pelo tratamento da água, incluindo sua filtragem, e pela observação dos devidos cuidados durante a aplicação de fertilizantes via água de irrigação.

A perda de água por drenagem profunda, causada por regas em excesso, também está relacionada ao fato de que sistemas de irrigação com problemas de dimensionamento, instalação e manutenção distribuem água de maneira desuniforme. Para compensar as áreas que recebem menos água, aplica-se uma maior quantidade de água em toda a lavoura, o que ocasiona perdas por drenagem nas áreas com mais água. Assim, o uso de sistemas que distribuam água de forma mais uniforme é condição para minimizar perdas de água durante a irrigação.

No que se refere ao dimensionamento de sistemas por aspersão, a intensidade de aplicação de água dos aspersores deve ser sempre menor do que a velocidade de infiltração básica do solo a ser irrigado. Isso elimina as perdas de água por escoamento superficial e problemas de erosão decorrentes da irrigação.

Na irrigação por aspersão, sobretudo em pequenas áreas de produção, é comum que parte significativa da água seja aspergida para além dos limites cultivados. Isso se faz necessário para garantir que toda a lavoura receba água na quantidade mínima adequada. A perda de água será tanto maior quanto menor for a área irrigada e maior forem os aspersores utilizados. Assim, no caso de áreas pequenas ou estreitas, deve-se optar por aspersores com menor raio de alcance do jato de água, incluindo-se aí os microaspersores, ou por sistemas em que a água é aplicada junto às plantas, como o gotejamento.

Manejo da água de irrigação



mesmo que o produtor disponha de um sistema de irrigação moderno, instalado e conservado de forma adequada, o manejo acertado da água de irrigação é muito importante para o sucesso da produção de hortaliças e para o uso racional da água. Mas, em geral, produtores acreditam que uma boa irrigação se resume em aplicar água em abundância, ignorando os prejuízos que isso possa acarretar.

O baixo índice de adoção de tecnologias para indicar quando e quanto irrigar deve-se, sobretudo, ao fato de os produtores acreditarem que elas são caras, complicadas e trabalhosas. É fato que métodos de manejo mais precisos requerem mão de obra qualificada, aquisição de equipamentos e sensores, e podem ter custo relativamente elevado, sendo recomendados

para médias e grandes áreas de produção e/ou culturas de alto retorno econômico, sensíveis ao déficit hídrico. Para tal perfil de produtor, existem empresas e técnicos autônomos especializados que oferecem serviços de assessoramento em manejo de irrigação. Em se tratando de tecnologia, o produtor não deve considerar esse custo como um gasto desnecessário, mas como um investimento fundamental.

Para pequenas áreas de produção, pode-se irrigar na medida certa, usando estratégias simplificadas. Ainda que menos precisas, algumas estratégias de manejo indicam, com precisão aceitável, o momento em que as plantas devem ser irrigadas e a quantidade de água por irrigação que pode ser armazenada pelo solo. No tema irrigação, a Embrapa Hortaliças dispõe de várias publicações, tais como Lopes et al. (2006), Marouelli e Calbo (2009), Marouelli e Silva (2011), Marouelli et al. (2008, 2011), muitas delas acessíveis no portal da Unidade¹, como, por exemplo, o *Guia prático para uso do Irrigas® na produção de hortaliças* (MAROUELLI et al., 2015).

Redução de perdas por evaporação



água que evapora da superfície do solo, ainda que não usada pelas plantas, não é normalmente considerada como perda na irrigação, estando incluída na evapotranspiração da cultura. No entanto, existem sistemas de irrigação, como o gotejamento, e práticas de

¹ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/publicacoes>>.

cultivo que podem ser usados para reduzir a evaporação e, conseqüentemente, economizar água.

Como o gotejamento molha somente parte do terreno, a economia de água, decorrente da menor evaporação, será tanto maior quanto mais distantes estiverem as fileiras de plantas. Assim, na irrigação de hortaliças com pequeno espaçamento entre fileiras de plantas, como a alface e a cenoura, a quantidade de água para irrigar por gotejamento e por aspersão serão semelhantes, pois, mesmo no gotejamento, praticamente toda a superfície do solo é molhada. Por sua vez, a quantidade de água para irrigar por gotejamento uma lavoura de melancia ou abóbora, em que as fileiras de plantas são distantes, é de 15% a 30% menor do que na aspersão. A economia total de água no gotejamento poderá ser ainda maior em razão de a distribuição de água nos sistemas por aspersão ser 10% a 25% menor do que no gotejamento.

O uso de cobertura morta sobre o solo (*mulch*) é uma das práticas de cultivo mais efetivas para reduzir o uso de água na irrigação. Podem ser usados diferentes restos vegetais (palha) e tipos de filmes de plástico. Filmes de plástico são, geralmente, usados em conjunto com a irrigação por sulco e, principalmente, por gotejamento, sendo apenas os canteiros cobertos com plástico. Os tubos gotejadores são instalados debaixo da cobertura. Restos vegetais podem ser usados para cobrir parte ou toda a superfície do solo, sendo possível irrigar por aspersão, gotejamento e até mesmo sulco. As perdas de água por evaporação podem ser reduzidas de 40% a 80%, o que representa de 10% a 30% de redução na demanda total de água

para irrigação, sendo os maiores valores associados ao uso de gotejamento com *mulch* plástico.

Outra forma de reduzir a evaporação de água é aumentar, quando possível, o intervalo entre irrigação. Irrigações muito frequentes mantêm a superfície do solo úmida por mais tempo, o que causa maior evaporação de água. Na irrigação por aspersão, existe ainda a evaporação da água que é retida pela folhagem.

A economia de água quando se aumenta o intervalo entre regas, similarmente ao que ocorre com o uso de *mulch*, é maior na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Irrigações em dias alternados, relativas a regas diárias, por exemplo, permitem reduzir o volume de água aplicado na fase inicial em 5% a 40%, sendo o maior percentual para condições de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar.

As perdas de água do solo por evaporação diminuem à medida que as plantas crescem. A economia de água resultante do aumento no intervalo entre regas ou do uso de *mulch* é geralmente diminuta quando a cultura passa a cobrir todo o solo.

Considerações finais



agricultura irrigada terá grandes desafios a enfrentar neste milênio, mas, sem dúvida, o maior deles será garantir o suprimento adequado e regular de alimentos para a sociedade, com o menor consumo de água possível.

Com base nas considerações apresentadas, pode-se verificar que, em muitas situações, é possível reduzir substancialmente o uso de água e energia na irrigação e, ao mesmo tempo, obter ganhos de produtividade e produzir hortaliças de boa qualidade. Ademais, a redução na quantidade de água está geralmente associada a uma considerável redução na quantidade de energia usada na irrigação, de agrotóxicos usados no controle de doenças e de perdas de nutrientes por lixiviação. Portanto, irrigar na medida certa, usando um sistema de irrigação apropriado, é essencial para uma maior sustentabilidade econômica e ambiental da olericultura irrigada.

É certo que a irrigação continuará a ser a maior usuária de água no mundo, mas também é certo que o aumento na produção de alimentos necessário para suprir as necessidades da população mundial dependerá da agricultura irrigada.

É importante chamar a atenção dos agricultores irrigantes, independentemente de serem produtores familiares ou empresariais, sobre as novas tecnologias que contribuem para o uso mais eficiente da água. No momento em que os irrigantes – principais usuários de água no meio rural – adotarem métodos e critérios consistentes, recomendados para fins de manejo de irrigação, bem como sistemas produtivos mais eficientes, muitos já disponibilizados pela pesquisa, poderemos elevar significativamente a eficiência de uso da água na produção agrícola. Esse aumento de eficiência pode ser obtido não somente pela redução do volume de água usado na irrigação, mas também pelo aumento de produtividade das culturas.

Referências



LOPES, C. A.; MAROUELLI, W. A.; CAFÉ FILHO, A. C. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 14, p. 151-179, 2006.

MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Circular técnica, 69).

MAROUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; COSTA JÚNIOR, A. D.; CALBO, A. G. **Guia prático para uso do Irrigas na produção de hortaliças**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 36 p.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. 22 p. (Circular técnica, 98).

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.



Controle de pragas na agricultura
brasileira: estamos no rumo
da sustentabilidade?

Miguel Michereff Filho
Mirian Fernandes Furtado Michereff

Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade?

Resumo

A sustentabilidade agrícola implica necessariamente resolver os problemas relacionados à ocorrência de pragas, com base na conservação dos recursos naturais, no aumento da diversidade biológica, na redução do uso de agrotóxicos, na maximização da produção, na viabilidade econômica e na preservação da saúde humana, ao longo do tempo e das gerações. A adoção de estratégias e tecnologias de controle de pragas apropriadas à realidade regional pode contribuir para que os sistemas produtivos alcancem maior sustentabilidade. Este artigo tem por objetivo oferecer subsídios para uma análise crítica sobre os sistemas de controle de insetos e ácaros-praga adotados para a proteção de cultivos no Brasil, com ênfase em hortaliças. O manejo integrado de pragas (MIP) tem como princípios manter a população da praga em níveis toleráveis (abaixo do nível de dano econômico), preservar ou incrementar os fatores de mortalidade natural (principalmente inimigos naturais) e racionalizar o uso dos agrotóxicos, por meio do uso integrado dos métodos de controle selecionados com base em parâmetros econômicos, ecológicos e sociais. Nesse contexto, o uso do MIP mostra-se economicamente viável e mais compatível com as premissas da sustentabilidade. Entretanto, passados 40 anos da implementação dos primeiros programas de MIP no Brasil, o controle de pragas nas diversas culturas agrícolas continua muito dependente dos agrotóxicos. Na maioria dos casos em que o MIP continua sendo adotado, o sistema proposto tem como fundamento básico a racionalização do uso de produtos químicos, com fraca implementação do idealizado pela filosofia do MIP. Muitos dos fatores responsáveis por essa trajetória devem ser superados. A reorientação desse sistema de controle de pragas no País dependerá de políticas públicas adequadas e de maior mobilização da parte de agricultores, pesquisadores, assistência técnica e demais atores envolvidos nas cadeias produtivas.

Termos para indexação: proteção de plantas, uso racional de agrotóxicos, manejo integrado de pragas, artrópodes, hortaliças.

Pest control in Brazilian agriculture: are we aiming at sustainability?

Abstract

Agricultural sustainability necessarily implies solving problems related to pest damage based on natural resource conservation, increased biodiversity, pesticide dependence reduction, production maximization, economic viability and human health preservation over time and generations. The use of rational pest control strategies and technologies customized to regional needs can contribute to more sustainable productive systems. This work aims to provide inputs for a critical analysis of insect and mite pest control systems adopted for crop protection in Brazil, particularly for vegetables. Integrated pest management (IPM) principles are based on keeping pest populations at tolerable levels (below the economic injury level), preserving or increasing their natural mortality factors (mainly natural enemies), and making more rational use of pesticides by means of integrating selected control methods based on economic, environmental and social parameters. In this context, IPM is an alternative which is economically viable and more consistent with the assumptions of sustainability. However, after 40 years of the first IPM programs in Brazil, pest control in several crops still depends heavily on pesticides. In most cases that still adopt IPM, the focus is on the rational use of chemical pesticides, instead of the main principles of the IPM philosophy. Several factors accounting for this outcome must be overcome. Changes to this pest control system in Brazil will follow the creation of more suitable public policies and the increased mobilization of farmers, researchers, technical assistants and other actors involved in agricultural production chains.

Index terms: plant protection, rational use of pesticides, integrated pest management, arthropods, vegetables.

Introdução



As primeiras discussões sobre conceitos e inter-relações da sustentabilidade (nos seus diversos ângulos) e do desenvolvimento, em fóruns internacionais, remontam à década de 1990. É evidente que a agricultura contribui para o desenvolvimento sustentável de um país, desde que essa atividade seja por si mesma sustentável. A agricultura sustentável baseia-se em quatro alicerces: a sustentabilidade ambiental, a estabilidade econômica, a produtividade e a equidade social. A sustentabilidade ambiental está associada à habilidade de manter o sistema biológico por um longo período, quando submetido ao estresse. A estabilidade corresponde à obtenção consistente de rendimentos ou à viabilidade econômica a curto e longo prazos. Já a produtividade consiste na capacidade de produção de vegetal ou animal por área. A equidade social, por sua vez, remete à distribuição relativa de riqueza na sociedade.

Nesse contexto, a sustentabilidade agrícola implica necessariamente resolver problemas relacionados à ocorrência de pragas, com base na conservação dos recursos naturais, no aumento da diversidade biológica, na redução do uso de agrotóxicos, na maximização da produção, na viabilidade econômica e na preservação da saúde humana, ao longo do tempo e das gerações.

Este artigo tem o objetivo de oferecer subsídios para uma análise crítica sobre os sistemas de controle de insetos e ácaros-praga adotados para a proteção de cultivos no Brasil, com ênfase em hortaliças.

Sistemas de controle de pragas



Embora o atendimento a todas as premissas da sustentabilidade agrícola pareça ser complexo e de difícil logística, especialmente quando se trata de aplicá-las a um estabelecimento agrícola, a adoção de estratégias e tecnologias de controle de pragas apropriadas à realidade regional pode contribuir para que os sistemas produtivos alcancem maior sustentabilidade. O primeiro passo para isso envolve uma reflexão sobre o cenário agrícola de uma dada região e a proteção dos cultivos.

O termo “praga”, em sentido amplo, refere-se a insetos, ácaros, nematoides, plantas e patógenos que, de alguma forma, competem por alimentos, fibras e abrigo, e, assim, ameaçam a saúde, o conforto e o bem-estar do homem. Contudo, por convenção, o termo “praga” será adotado neste artigo com referência estrita a insetos e ácaros fitófagos (herbívoros) de importância econômica na agricultura. Essa relevância se deve aos prejuízos econômicos resultantes de perdas na produção, ocasionadas pela infestação de organismo nocivo na cultura, e aos gastos financeiros necessários para a adoção de seu controle.

Os problemas com pragas resultam da descoberta e da prática da agricultura, ou seja, já existiam muito antes do surgimento dos agrotóxicos sintéticos. Na realidade, a ocorrência de pragas deve ser interpretada como uma perturbação no sistema biológico, decorrente do mau funcionamento do

agroecossistema, diante de algum distúrbio ocasionado pelo homem ou por causas naturais. Por essa ótica, entende-se que pragas representam um “sintoma”, e não a causa do problema. Entretanto, diante da dificuldade para diagnosticar a raiz do problema e propor soluções duradoras, adotam-se, na prática, medidas paliativas para atenuar o impacto das pragas sobre a exploração agrícola.

O controle de pragas, mesmo com o uso de toda a tecnologia disponível, continua representando um verdadeiro desafio ao homem. Diversas práticas utilizadas para minimizar os danos ocasionados pelas pragas podem contaminar o ambiente ou causar alterações que comprometam a sustentabilidade do sistema. Entre os sistemas adotados no controle de pragas, merecem destaque o sistema tradicional ou convencional e o manejo integrado de pragas.

Nas condições brasileiras, o controle de pragas, na maioria das vezes, tem sido feito de forma não planejada. Nesse sistema tradicional de controle, um inseto ou ácaro fitófago é considerado praga quando está presente na cultura e, a partir desse momento, medidas de controle são adotadas, independentemente da verificação de outros fatores, como nível de infestação e injúrias ocasionadas. Geralmente, os agricultores recorrem unicamente ao controle químico. Todavia, tem-se observado que o emprego indiscriminado ou inadequado de inseticidas e acaricidas contribui tanto para o aumento do número de aplicações por safra quanto para o aumento do custo de produção, sem que, em contrapartida, se tenha alcançado o controle efetivo das pragas. Isso acarreta sérios problemas, como: aumento da intensidade de ataque da praga-alvo após o

tratamento (fenômeno conhecido como "ressurgência"), resistência da praga aos ingredientes ativos utilizados rotineiramente, eliminação de inimigos naturais e polinizadores, surtos de pragas de importância secundária, surgimento de novas pragas, intoxicação de agricultores, contaminação ambiental e alto nível de resíduos tóxicos nos alimentos.

O uso excessivo do controle químico contra pragas na lavoura deve-se, entre outros fatores, à simplicidade de sua adoção por técnicos e agricultores e à falta de informações sobre outros métodos alternativos de controle, que possam ser utilizados na lavoura.

Para o controle de pragas em hortaliças, predomina o calendário fixo de aplicação de agrotóxicos, geralmente de forma preventiva (sem a prévia detecção da praga ou de injúrias às plantas) e contínua, além do uso de misturas de vários produtos. Por exemplo, para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) nos diferentes segmentos de produção de tomate (para mesa e para processamento industrial), uma lavoura pode receber até 40 pulverizações de inseticidas em um período de 100 dias. Na maioria das vezes, é utilizada a mistura de três a oito produtos comerciais no tanque de pulverização. Esse quadro ficou alarmante diante de surtos populacionais de *Helicoverpa armigera* a partir de seu primeiro registro no Brasil, em 2011.

Essa espécie é um lepidóptero, cujas lagartas atacam severamente as estruturas reprodutivas (flores, vagens e frutos) de diversas plantas. Por se tratar de uma praga nova (exótica) e altamente adaptada a agroecossistemas em desequilíbrio, seu controle em

hortaliças é difícil. Estima-se que a ocorrência dessa praga na cultura de tomateiro, em algumas regiões brasileiras, tenha resultado na triplicação do consumo de inseticidas entre 2011 e 2013.

A crença de que os inseticidas químicos representam a única opção de controle de pragas pode ter forte impacto sobre a segurança alimentar. No relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (Para), divulgado em outubro de 2014, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) detectou, em amostras de frutos de tomate, a presença de resíduos em níveis acima do limite máximo de resíduo (LMR) tolerável para os inseticidas clorfenapyr (análogo de pirazol), fentoato (organofosforado), cipermetrina, esfenvalerato, lambda-cialotrina e fenopatrina (piretroides). Esse mesmo relatório fez um alerta para as culturas da abobrinha e da alface, as quais apresentaram os maiores percentuais (acima de 40%) de amostras com irregularidade em razão do uso inadequado de agrotóxicos.

Outra questão a destacar é que o controle químico utilizado isoladamente não confere soluções duradouras, principalmente quando se busca controlar insetos e ácaros transmissores (vetores) de fitopatógenos. Há diversos relatos de desastre econômico no Brasil que é atribuído à ineficiência do sistema tradicional de controle baseado exclusivamente no uso de agrotóxicos. Um dos casos mais marcantes foi a inviabilização econômica do polo de produção de tomate para processamento industrial na região do Submédio São Francisco (Petrolina/Juazeiro), na década de 1990, pelos severos prejuízos decorrentes da infestação de mosca-branca (*B. tabaci* biótipo B) e

da incidência de geminivirose (vírus do mosaico-dourado do tomateiro) associada a esse inseto vetor. Mais recentemente, entre 2010 e 2013, a frustração de safras sucessivas de feijão-comum em Goiás, no Distrito Federal e em parte de Minas Gerais, em decorrência da infestação de mosca-branca e do vírus do mosaico-dourado do feijoeiro, resultou em prejuízos superiores a R\$ 2 bilhões, no desabastecimento regional do produto e no aumento de sua importação. Para atenuar esse problema fitossanitário, as secretarias de Agricultura de Estado implementaram a adoção de procedimentos para o vazio sanitário do feijoeiro em parte dessas regiões produtoras. Entende-se por vazio sanitário (ou vazio fitossanitário) a ausência deliberada, em determinado período do ano, de plantas vivas de determinada cultura agrícola na propriedade rural, para reduzir a quantidade de inóculo (fonte) de doenças e/ou pragas, visando à minimização dos prejuízos causados pelo ataque desses agentes. Na ausência de seus hospedeiros, as pragas reduzem sua população e sua disseminação na paisagem agrícola, o que contribui para que, no próximo plantio (ou safra), o ataque seja menos severo.

O manejo integrado de pragas (MIP) surgiu na década de 1960, nos países desenvolvidos, como recurso para minimizar os problemas gerados pelo uso excessivo de agrotóxicos sintéticos. No sistema de manejo integrado de pragas, um inseto ou ácaro fitófago somente é considerado praga quando causa danos econômicos, ou seja, prejuízo igual ou superior ao custo de controle. Deve-se ressaltar que o MIP tem como princípios: a) a manutenção da população da praga em níveis toleráveis à exploração agrícola

(abaixo do nível de dano econômico); b) a preservação ou o incremento dos fatores de mortalidade natural (principalmente inimigos naturais); e c) a racionalização no uso dos agrotóxicos, por meio do uso integrado dos métodos de controle selecionados com base em parâmetros econômicos, ecológicos e sociais. Nesse contexto, o MIP mostra-se uma alternativa economicamente viável e compatível com as premissas da sustentabilidade.

A filosofia do MIP tem duas faces distintas: a integração e o manejo. A integração consiste no uso harmônico de diferentes métodos (táticas) para o controle de uma determinada espécie de organismo-praga. Já o manejo, ou gerenciamento, refere-se a um conjunto de regras, baseadas em princípios ecológicos e considerações econômicas e sociais, para a tomada de decisão sobre o controle (geralmente pulverizar ou não um agrotóxico, ou liberar ou não um inimigo natural no cultivo), com o objetivo de manter a população da praga abaixo de um limiar predeterminado. Assim, medidas de controle seriam tomadas somente quando necessárias. A ideia central é otimizar o controle, e não maximizá-lo.

A integração depende da disponibilidade e da implementação de tecnologias adequadas, que se resumam a questões práticas e econômicas, no campo do conhecimento do produtor e da logística disponível na propriedade rural. O exercício do manejo, ao contrário, é mais exigente em conhecimento. Esse conhecimento nem sempre está disponível e muitas vezes é complexo demais para ser assimilado pelo produtor. O manejo também requer monitoramento constante da população de pragas e de seus inimigos

naturais, com sucessivas tomadas de decisão por parte do produtor durante o ciclo da cultura. A integração, ao contrário, é mais simples e requer ações concentradas num curto espaço de tempo.

Para a implementação do MIP em uma cultura, é necessário reconhecer as pragas e suas injúrias na planta, reconhecer os inimigos naturais dessas pragas, saber o período (estádio fenológico) mais sensível da cultura em relação ao ataque das pragas-alvo, conhecer a biologia e a ecologia dessas pragas, realizar o monitoramento de pragas e inimigos naturais mediante amostragens periódicas do cultivo, dominar os mecanismos envolvidos na tomada de decisão para o controle das pragas, além de saber selecionar e planejar o uso dos métodos de controle disponíveis.

Considerando que as plantas cultivadas podem tolerar certos níveis de injúria sem implicar uma redução economicamente significativa na produção (dano), a grande maioria das espécies de insetos e ácaros fitófagos presentes nos cultivos não causa nenhum prejuízo, não devendo ser, portanto, consideradas como praga. Algumas espécies raramente causam prejuízos, sendo tidas como pragas secundárias ou ocasionais. Na verdade, são poucas as espécies consideradas pragas-chave, por estarem frequentemente presentes e em níveis populacionais que causam prejuízos à produção agrícola. Por isso, o agricultor deve pensar inicialmente nas pragas-chave para as quais os métodos de controle devem ser estabelecidos com antecedência. As demais pragas (secundárias) também devem ser consideradas, porém a preocupação com elas deve ser menor, pelo menos no que concerne ao planejamento das estratégias a serem adotadas.

No MIP, a tomada de decisão de controle é baseada em sistemas de amostragem e em índices de tomada de decisão (nível de dano econômico – NDE – e nível de controle – NC) predeterminados para as pragas e a cultura. Assim, uma determinada praga só será controlada quando seu nível populacional ou intensidade de ataque for igual ou maior que o NC. Na prática, os agricultores utilizam o NC como guia para a adoção de medidas de controle curativo (principalmente controle químico) ou quando é necessário realizar uma correção no sistema em decorrência das falhas nas medidas de controle preventivas adotadas (manejo do ambiente de cultivo).

Diversas táticas ou métodos de controle podem e devem ser usados no manejo integrado de pragas (Figura 1), estando entre elas: a) o manejo do ambiente de cultivo (controles cultural, físico e mecânico); b) o controle legislativo; c) o controle por comportamento; d) a resistência de plantas (incluindo as plantas geneticamente modificadas – OGM); e) o controle biológico (ação de predadores, parasitoides e entomopatógenos); f) a manipulação genética de pragas; g) o controle alternativo; e h) quando necessário e apropriado, o controle químico, com produtos seletivos em favor dos organismos benéficos e de baixa toxicidade ao homem.

Esses métodos de controle podem ser assim definidos:

- Métodos culturais – emprego de práticas agrícolas normalmente utilizadas no cultivo das plantas (práticas fitotécnicas), mas voltadas para o controle de pragas, como a rotação de culturas.

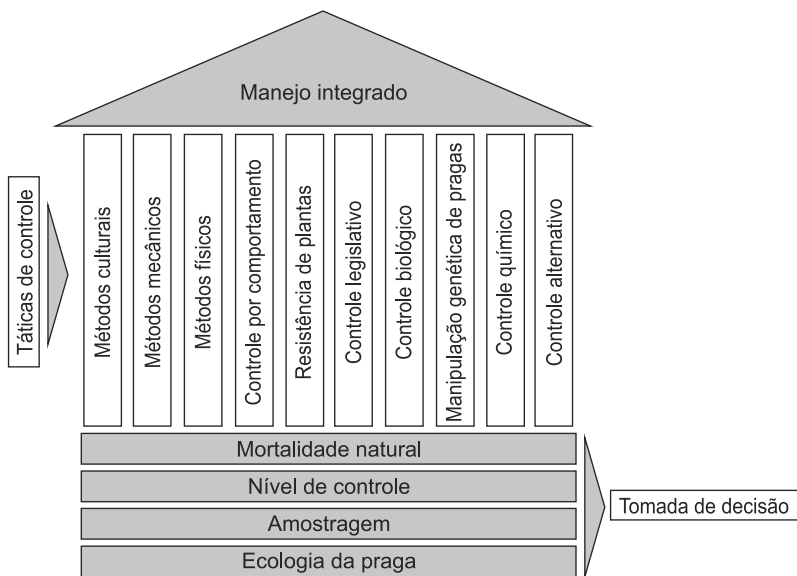


Figura 1. Bases e estrutura do manejo integrado de pragas (MIP).

Fonte: adaptado de Gonzalez (1971).

Ilustração: Miguel Michereff Filho

- Métodos mecânicos – uso de técnicas que possibilitem a eliminação direta das pragas, como o esmagamento de ovos e larvas, e o uso de barreira ou de tela para impedir a entrada da praga.
- Métodos físicos – uso de fogo, drenagem, inundação, temperatura e radiação eletromagnética (armadilha luminosa) para controlar as pragas.
- Controle por comportamento – emprego de processos e/ou substâncias (hormônios, feromônios, atraentes, repelentes e macho estéril)

que modifiquem o comportamento da praga de forma a reduzir sua população e seus danos.

- Resistência de plantas – uso de plantas que, por suas características genéticas originais ou modificadas por métodos de melhoramento convencionais, ou, então, pela biotecnologia (transgenia, cisgenia), sofrem menor dano provocado por pragas.
- Métodos legislativos – conjunto de leis e portarias relacionadas à adoção de medidas de prevenção e controle de pragas, como o vazio sanitário e a quarentena.
- Controle biológico – ação de inimigos naturais na manutenção da densidade das pragas em nível inferior àquele que haveria na ausência desses inimigos naturais. Ocorre naturalmente nas lavouras ou pode ser obtido por meio de liberações inoculativas ou inundativas de indivíduos originalmente criados ou produzidos em laboratório (biofábrica).
- Manipulação genética – controle de pragas por meio do uso de esterilização híbrida.
- Controle químico – aplicação de substâncias químicas que matam pragas (inseticidas, acaricidas, formicidas, fungicidas).
- Controle alternativo (ao químico convencional) – uso de caldas fitoprotetoras, extratos vegetais, óleos, detergente ou sabão, substâncias de origem animal e produtos de compostagem.

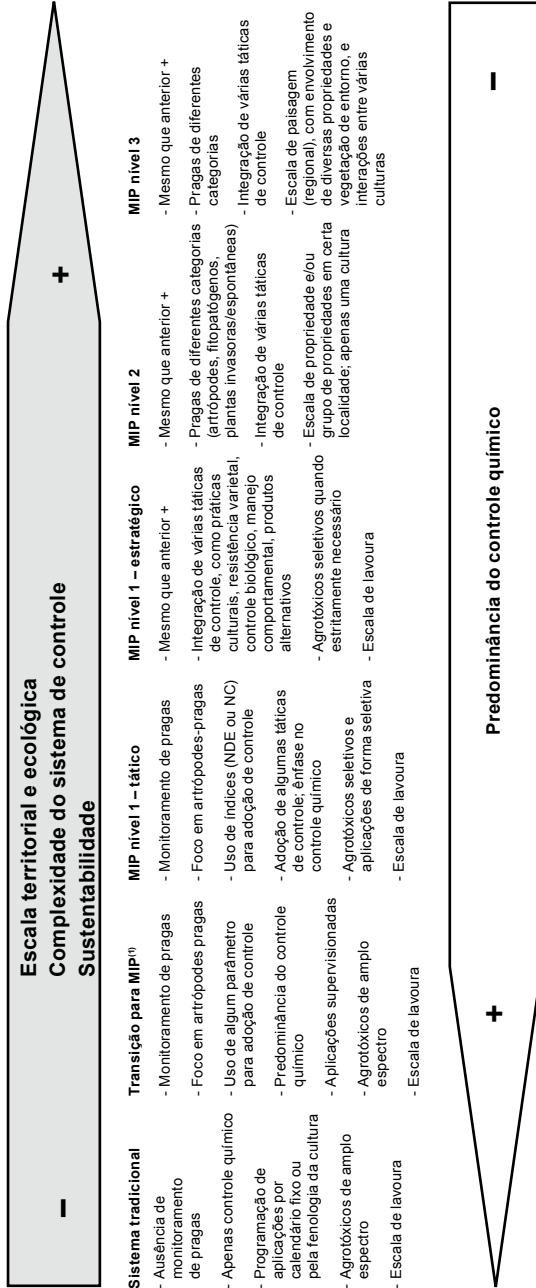
Evolução do MIP



MIP pode ser concebido em diversos níveis de sofisticação e escalas de adoção (Figura 2). No nível 1, estaria enquadrado um programa estabelecido por sistema de amostragem, tomada de decisão e seleção de métodos de controle, incluindo o uso criterioso dos agrotóxicos (seletivos ou aplicados de forma seletiva), com foco em uma praga ou em um complexo de espécies de mesma categoria (ou insetos/ácaros, ou fitopatógenos, ou plantas daninhas), e com abrangência de adoção (escala operacional) restrita à lavoura de uma certa cultura.

Para programas de nível 1 baseados essencialmente no uso supervisionado de agrotóxicos (racionalização mediada por índices de tomada de decisão), também tem sido proposto o termo “MIP tático”. Já o termo “MIP estratégico” aplica-se a programas de nível 1, mas estabelecidos no conhecimento profundo do agroecossistema, o que contempla os componentes de integração (com vários métodos de controle) e manejo, e com pouco ou nenhum emprego de agrotóxicos.

Os programas de manejo integrado de pragas já propostos e implementados no Brasil (trigo, cana-de-açúcar, citros, algodoeiro, milho e tomateiro) entre as décadas de 1980 e 1990 estariam, em sua maioria, enquadrados no nível 1, com alguns deles tendo forte inclinação para o MIP tático.



⁽¹⁾ Manejo integrado de pragas.

Figura 2. Evolução dos sistemas de controle de pragas.

Fonte: adaptado de Kogan e Bajwa (1999).

Ilustração: Miguel Michereff Filho

No nível 2, estariam aqueles programas de MIP que adotam monitoramento, tomada de decisão e métodos de controle para diferentes grupos de pragas em uma certa cultura, tendo como suporte um profundo conhecimento do agroecossistema e abrangendo toda a propriedade rural (incluindo diferentes culturas) ou grupos de propriedades em determinada região. Nesse nível de evolução estão vários programas de MIP postos em execução nos Estados Unidos e em alguns países da Europa e da Ásia.

No nível 3, estariam os programas de MIP com envolvimento de sistemas de tomada de decisão e métodos de controle para múltiplas pragas em diversas culturas, envolvendo um sistema agrícola e vegetação de entorno, abrangendo a paisagem regional. Esse nível seria equivalente ao MIP para grandes áreas (Area-wide IPM Systems). Conquanto existam, no mundo, poucos casos de sucesso com o nível 3, há esforços para sua implementação em alguns países que enfrentam pragas de difícil controle, altamente polífagas e migratórias.

A classificação dos programas de MIP em níveis de complexidade não tem outro propósito senão acompanhar a evolução do seu desenvolvimento. Na prática, existem diferenças substanciais de perfil entre programas dentro de cada nível, visto que há uma transição entre os níveis de desenvolvimento desse sistema de controle de pragas, ao longo do tempo (Figura 2). Por exemplo, sistemas de controle vinculados exclusivamente ao uso de agrotóxicos no passado e que passassem a adotar alguma forma de tomada de decisão baseada em amostragem e nível de controle seriam considerados como “em

transição” do sistema de controle tradicional para o MIP nível 1. Por sua vez, programas classificados no nível 1 podem extrapolar seu limite de atuação para outros ambientes, ou seja, para vários estabelecimentos rurais dentro de um núcleo rural ou de uma localidade, mas sua operacionalização continua focada em uma praga ou em um grupo restrito de pragas, e com integração limitada de métodos de controle. No Brasil, um exemplo de nível 1 avançado seria o Programa de Manejo Integrado de Pragas da Soja, que foi implementado principalmente nas regiões Sul e Sudeste, tendo atingido seu auge na década de 1990, e com abrangência restrita à escala de microbacias hidrográficas. Contudo, em virtude de mudanças no cenário agrícola em meados de 2000, esse programa sofreu retrocessos substanciais e forte declínio no contingente de praticantes. As razões dessa trajetória são apresentadas no próximo tópico.

A ampliação do escopo do manejo integrado de pragas levou à proposição da produção integrada em 1975, pela Organização Internacional de Luta Biológica (OILB). Conceitualmente, a produção integrada tem como princípio as boas práticas agrícolas, em escala de estabelecimento rural, e envolve todas as atividades do sistema de produção, sendo constituída por diversas atividades de manejo, cada uma focalizando um aspecto particular do sistema, como manejo integrado de pragas, manejo integrado de nutrientes, manejo integrado da água, etc.

A produção integrada visa à produção de alimentos e outros produtos de alta qualidade mediante o uso dos recursos naturais e a adoção de mecanismos reguladores para minimizar o consumo de insumos e

de contaminantes, de tal forma que seja garantida uma produção agrícola sustentável. No Brasil, existem vários programas de MIP que, na verdade, fazem parte da produção integrada (PI) em quase duas dezenas de culturas: banana, batata, café, caju, citros, feijão, maçã, mamão, manga, melão, morango, pêssego, tomate de mesa e uva.

Apesar de envolverem o manejo integrado de insetos e ácaros-praga, fitopatógenos e plantas daninhas, o que poderia classificá-los em MIP nível 2, a execução desses programas difere entre as diversas culturas, sendo a maioria deles praticados em nível básico (MIP nível 1 – tático).

Os programas de produção integrada bem-sucedidos e com melhor aderência aos fundamentos do MIP foram aqueles implementados para a produção de frutas para exportação (PIF). Neste artigo, deu-se enfoque a uma análise crítica do manejo integrado de pragas adotado em modelos de produção convencional.

A filosofia do manejo integrado de pragas foi promovida por praticamente todos os centros internacionais de agricultura, pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e por muitos governos. Também foi recomendada pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (AGENDA 21..., 1992). Apesar da aceitação quase universal do MIP, sua aplicação prática é ainda restrita, variando intensamente de acordo com a região geopolítica, a natureza do cultivo agrícola e, principalmente, o empenho e o apoio governamentais aos programas que visam estimular a adoção do manejo integrado.

MIP no Brasil: como estamos?



há diversos registros de redução, de 40% a 50%, de uso de agrotóxicos sintéticos em diversas culturas, como resultado da adoção do MIP, sem que isso tenha resultado em perdas na produção. Entretanto, só a racionalização dos agrotóxicos não é garantia de sustentabilidade para o agroecossistema. A principal limitação da abordagem tática do MIP é que a contribuição dos agentes de controle biológico não é plenamente explorada para mitigar os riscos de aumento populacional das pragas; ademais, essa abordagem não é suficiente para promover o manejo de resistência aos agrotóxicos onde esse problema é crítico.

Passados 40 anos da implementação dos primeiros programas de manejo integrado de pragas no Brasil, o controle de pragas nas diversas culturas continua muito dependente dos agrotóxicos. Na maioria dos casos em que o MIP continua sendo adotado, o sistema proposto tem como fundamento básico a racionalização do uso de produtos químicos (MIP tático), que configura, mais apropriadamente, um controle químico supervisionado, com fraca implementação do idealizado pela filosofia do MIP. Aliás, alguns autores referem-se ironicamente a ele como “manejo inteligente de agrotóxicos”.

Será que nas condições atuais estamos rumando para a sustentabilidade agrícola? A par da polêmica sobre o assunto, distintos atores de cadeias produtivas e a própria sociedade entendem que algo precisa mudar.

A melhor maneira para avaliar o sucesso do MIP é quantificar sua adoção pelos agricultores brasileiros. Surge daí a pergunta: por que um sistema de controle de pragas que promove a diminuição do uso de agrotóxicos, a diminuição da poluição ambiental e o aumento dos lucros da exploração agrícola não conta com o entusiasmo dos produtores?

Muitas razões têm dificultado a adoção dos programas de MIP ao redor do mundo. Diversos trabalhos abordaram e continuam estudando esse problema com base em levantamentos nos Estados Unidos e em países da Europa e da Ásia. São obstáculos de caráter técnico, financeiro, educacional, organizacional e social. As razões mais citadas nesses estudos foram: a) influência do lobby das multinacionais de agrotóxicos; b) pesquisas insuficientes em decorrência da falta de recursos financeiros; c) redução do quadro de professores e de bolsistas com dedicação ao manejo de pragas e à pesquisa aplicada nessa área, nas universidades; d) desarticulação dos serviços de assistência técnica e extensão rural pública, a exemplo do ocorrido no Sul e no Sudeste brasileiros, que impactou drasticamente a adoção do MIP para a soja; e) baixo custo do agrotóxico em comparação com o valor da cultura (como tomate, batata, melão e morango), permitindo diversas aplicações; f) falta de apoio político por parte dos governos (na forma de políticas públicas para incentivo do MIP); g) falta de tempo para monitorar o cultivo; h) aversão ao risco de perda na produção, por parte dos produtores; i) complexidade dos programas de MIP; e j) falta da compreensão dos problemas e dos anseios do agricultor. No caso específico das hortaliças, como agravante, ainda se pode acrescentar o

grande potencial destrutivo das pragas em curto espaço de tempo, a exigência por produtos de alta qualidade visual e o alto investimento financeiro exigido para a implantação da lavoura.

Uma das dificuldades apresentadas pelo MIP é exigir o domínio de uma grande quantidade de informação. De forma geral, o produtor adota as operações do MIP quando pode, e não quando deve, em razão de sua rotina no estabelecimento rural e de limitações em logística (disponibilidade de água e maquinaria, combustível e mão de obra). Ademais, muitos produtores relutam em adotar alguns procedimentos, como: a) monitorar os cultivos periodicamente, à procura das primeiras infestações; b) quantificar periodicamente a intensidade de ataque de pragas; c) sair da zona de conforto ao substituir a segurança de um calendário fixo de pulverizações por um esquema que exige mais atenção, mais trabalho e envolve mais risco; e d) programar-se de forma a não ocupar feriados e fins de semana com a pulverização da lavoura, porque o nível de controle (NC) foi excedido.

A maior parte dos obstáculos citados relaciona-se ao componente manejo da filosofia do MIP. Entre os obstáculos técnicos, os principais são o monitoramento e a determinação dos níveis de ação. No geral, os planos de amostragem propostos para o monitoramento de pragas e inimigos naturais são complexos e pouco exequíveis pelo produtor.

A determinação dos níveis de ação, que requer a densidade populacional de uma praga que causará dano econômico para uma certa cultura, é, talvez, um dos primeiros passos para se estabelecer um programa

de manejo integrado. Essa tarefa, no entanto, não é fácil. Dados básicos, que geralmente requerem vários anos de pesquisa em campo para o estabelecimento dos índices (NDE e NC) de tomada de decisão, nem sempre são obtidos para as condições de clima tropical. Em muitos casos, esses índices são extrapolados de trabalhos realizados no exterior, em regiões de clima temperado, onde as pragas não sobrevivem ou não se multiplicam em taxas tão altas como acontece em regiões tropicais e subtropicais ao longo de todo o ano. Os baixos índices de precisão desses índices geram incerteza por parte dos técnicos e agricultores. Os índices também têm sido gerados para pragas específicas (praga-chave), sem considerar nem as interações entre as diversas pragas, nem o custo ambiental associado ao controle.

Os índices de tomada de decisão (NDE e NC) não deveriam ser usados exclusivamente para o controle químico. Deveriam servir também como critério de decisão para o emprego de várias opções de controle com ação curativa (redução populacional da praga após seu estabelecimento no cultivo). Além disso, nem sempre a adoção de índices de tomada de decisão permite a racionalização do uso dos agrotóxicos quando as pragas-chave da cultura são insetos ou ácaros transmissores de fitopatógenos. Raramente é possível estabelecer uma relação entre a população do vetor e a incidência da doença, o que inviabiliza a previsão de perdas na produção. Nessa condição, os valores de NC são baixíssimos e remetem ao uso preventivo de agrotóxicos com equivalência ao calendário fixo de pulverizações. Portanto, a dificuldade de propor um NC para vetores de fitopatógenos que

garanta a redução do uso de agrotóxicos sem aumentar a incidência de doença é o maior desafio para a adoção do manejo integrado de pragas em hortaliças, principalmente nas culturas de batata, tomate, melão e melancia.

Com base no exposto, sugere-se que, no Brasil, seja dada maior ênfase, tanto na pesquisa quanto na prática, à integração dos vários métodos de controle. Além disso, como mencionado por vários autores, a integração, para muitos agricultores, deve ser de mais fácil adoção do que o manejo. A ênfase à integração de métodos de controle contrapõe-se, também, à ideia utópica de uso exclusivo do método de controle mais eficaz. Tem-se utilizado mais o conhecimento prático do que o científico para recomendar medidas de controle de determinada praga.

Para diversas culturas, a pesquisa também deve propor sistemas de amostragem e de tomada de decisão para controle que sejam mais amigáveis e confiáveis, assim como desenvolver métodos de controle compatíveis com o cenário agrícola brasileiro, dando ênfase aos aspectos econômicos e ecológico-sociais regionais.

Estudos de casos desenvolvidos na Austrália e nos Estados Unidos demonstraram que o grau de sucesso de programas de MIP depende fundamentalmente de uma forte interação entre agricultores, pesquisadores, extensionistas e demais atores envolvidos na cadeia produtiva. No futuro, essa mobilização será essencial para a implementação de programas de manejo integrado em grandes áreas (escala microrregional) no Brasil, visando o controle efetivo de pragas

altamente polífagas, com grande capacidade de dispersão e alto poder de destruição, a exemplo de *B. tabaci*. A ocorrência dessa praga impõe um grande desafio para a sustentabilidade econômica e ambiental em diversas cadeias produtivas de hortaliças no País.

Considerações finais



Passado o auge da adesão ao manejo integrado de pragas, o que se deu nas décadas de 1980 e 1990, esse sistema passou a ser ignorado no Brasil. Agora, é o momento de os técnicos de campo o retomarem e o promoverem. Para tanto, é preciso empenhar-se na formação de multiplicadores de conhecimento e tecnologia, de forma a aumentar a participação dos agricultores no processo de reconstrução desse sistema de controle de pragas.

O sucesso de uma lavoura depende em boa parte do manejo integrado de pragas. Entretanto, é papel da pesquisa encontrar o delicado equilíbrio entre a confiabilidade e a simplicidade das operações do MIP, visto que esses atributos são essenciais para o sucesso da proposta. A pesquisa, a extensão, a educação agrícola e a educação do consumidor, complementadas com políticas públicas adequadas, são elementos indispensáveis à promoção de uma agricultura sustentável que, por sua vez, conduza a um desenvolvimento rural sustentável. Nesse contexto, são necessários programas de manejo fitossanitário de médio e longo prazos, com maior envolvimento do governo (federal, estadual e

municipal), das instituições de ensino superior, de pesquisa e de assistência técnica/extensão rural, bem como dos diversos integrantes das cadeias produtivas.

Referências



AGENDA 21: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992.

GONZALEZ, D. Sampling as a basis for pest management strategies. In: PROCEEDINGS of the Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management. Tallahassee, Florida: Tall Timbers Research Station, 1971.n. 2,p. 83-101.

KOGAN, M.; BAJWA, W. I. Integrated pest management: a global reality? **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 1, p. 1-25, Mar. 1999.

Literatura recomendada



AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**: relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012. Brasília, DF: Anvisa, 2014. 33 p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; FERNANDES, F. L.; SILVA, N. R.; MARTINS, J. C. Estratégias e táticas de manejo dos principais

grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas**: hortaliças. Viçosa: Ed. da Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 463-504.

BARFIELD, C. S.; SWISHER, M. E. Integrated pest management: ready for export? Historical context and internationalization of IPM. **Food Reviews International**, v. 10, n. 2, p. 215-267, May 1994.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ceres, 1996. 289 p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Manejo integrado: problemas conceituais para sua aplicação em fitopatologia. In: Zambolim, L. (Ed.). **Encontro sobre manejo integrado de doenças e pragas**: livro de palestras. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 1999. p. 6-29.

CASTEL, S.; NARANJO, S. E. Sampling plans, selective insecticides and sustainability: the case for IPM as “informed pest management”. **Pest Management Science**, v. 65, n. 2, p. 1321-1328, Dec. 2009.

CAVALLINI, L. F. A. La proteccion de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. **Revista Manejo Integrado de Plagas**, n. 41, p. 29-36, Sept-Dic. 1996.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2005. 653 p.

GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. **Bases técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Ed. da UFSM/CCR/DFS, 2000. 248 p.

HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P. **Economic thresholds for ingrated pest management**. Lincoln: University of Nebraska Press, 1996. 327 p.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

MICHEREFF FILHO, M.; RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; SILVA, P. S.; REYES, C. P. **Manejo de pragas em hortaliças durante a transição agroecológica**. Brasília, DF. 2013. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 119).

MORSE, S.; BUHLER, W. **Integrated pest management: ideals and realities in developing countries**. London: Lynne Rienner, 1997. 354 p.

NOGUEIRA, N. D. Vazio sanitário. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 85-95, set.-out., 2013.

NORTON, G. A. MUMFORD, J. D. **Decision tools for pest management**. Wallingford: CAB International, 1993. 279 p.

PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742 p.

STERN, V. M.; SMITH, R. F.; BOSCH, R. van der; HAGEN, K. S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 28, n. 2, p. 81-101, 1959.

WAY, M. J.; EMDEN, H. F. van. Integrated pest management in practice – pathways towards successful application. **Crop Protection**, v. 19, n. 2, p. 81-103, 2000.

ZALUCKI, M. P.; ADAMSON, D.; FURLONG, M. J. The future of IPM: whither or wither? **Australian Journal of Entomology**, v. 48, n. 2, p. 85-96, May 2009.



A dinâmica dos herbicidas
no ambiente e a
sustentabilidade agrícola

Núbia Maria Correia

A dinâmica dos herbicidas no ambiente e a sustentabilidade agrícola

Resumo

A sustentabilidade agrícola baseia-se em três objetivos: respeito ao meio ambiente, viabilidade econômica e justiça social e trabalhista. Nessa agricultura moderna e sustentável, fortemente orientada para cultivos rentáveis, os produtos químicos, como os herbicidas, podem ser usados, desde que de forma racional. Deve-se preocupar não apenas com a contaminação do produto colhido ou com a saúde humana, mas também com a preservação do agroecossistema. Grande parte do total dos herbicidas aplicados nos campos agrícolas não atinge a superfície-alvo (solo ou planta) e acaba alcançando, direta ou indiretamente, o solo. Assim, mesmo em uma aplicação em pós-emergência (sobre as plantas), parte do herbicida atingirá o solo. No solo, inicia-se o processo de redistribuição e degradação dos produtos aplicados, que pode ser extremamente curto ou durar meses ou anos. O comportamento de herbicidas no ambiente é regulado por processos de transporte, retenção e/ou transformação, que interagem entre si, embora sejam descritos de forma isolada. Perdas por volatilização, deriva, lixiviação e escoamento superficial e sub-superficial são exemplos de transporte. Nesse caso, o produto poderá se acumular em culturas vizinhas sensíveis, na atmosfera e/ou em recursos hídricos subsuperficiais e superficiais. A absorção do herbicida pelas plantas e microrganismos ou a sua adsorção ao solo são entendidos como processos de retenção. A transformação da molécula do herbicida inclui reações químicas de natureza abiótica (degradação química), biológica (biodegradação) ou promovida pela radiação solar (fotodegradação). De forma geral, a biodegradação dos herbicidas é a principal forma de dissipação dos herbicidas no ambiente. É importante promover a conscientização dos produtores rurais e profissionais da área sobre o uso racional dos herbicidas nas lavouras, que é um dos princípios da sustentabilidade agrícola. Entender a dinâmica desses produtos no sistema solo-água-atmosfera é essencial para prevenir perdas e a contaminação ambiental, em busca de uma desejada produção sustentável, em todas as suas dimensões.

Termos para indexação: agroecossistema, planta daninha, produto fitossanitário.

Dynamics of herbicides in the environment and agricultural sustainability

Abstract

Agricultural sustainability is based on three main pillars: environmental respect, social and labor fair and economically viable. In modern and sustainable agriculture, which is strongly oriented towards cash cropping, chemical products as herbicides may be used, but rationally. As well as the contamination of harvested products or the human health, the agroecosystem preservation should also be under concerned. Most of the herbicides applied does not reach the target surface (soil or plant) and ends up reaching the soil either directly or indirectly. Thus, even in the case of post-emergence spray (over the plants), part of the herbicide will reach the soil. In the soil, the redistribution and degradation of sprayed products can be extremely short, or takes months or years. The behavior of herbicides in the environment depends on transportation, retention and/or transformation processes that interact with each other, although they are described individually. Volatilization, drift, leaching and surface and subsurface runoff losses are examples of transportation. In these cases, the product can accumulate in sensitive neighbor crops, in the atmosphere and/or in surface and subsurface water resources. Herbicide absorption by plants and microorganisms or its adsorption to the soil are retention processes. The herbicide molecule can be transformed by chemical reactions such as abiotic (chemical degradation) and biological (biodegradation) processes or by solar radiation (photodegradation). Generally, herbicide biodegradation is the main form of its dissipation to the environment. It is important to raise the farmers' and technical professionals' awareness on the rational use of herbicides, one of the principles of agricultural sustainability. Understanding the dynamics of these products in the soil-water-atmosphere system is essential to prevent losses and environmental contamination, aiming at the sustainable production in all dimensions.

Index terms: agroecosystem, weed, phytosanitary product.

Introdução



sustentabilidade agrícola baseia-se em três objetivos principais: respeito ao meio ambiente, viabilidade econômica e justiça social e trabalhista. Na agricultura moderna e sustentável, produtos químicos, como os herbicidas, podem ser usados, desde que seja de forma racional. Deve-se preocupar não apenas com a contaminação do produto colhido ou com a saúde humana, mas também com a preservação do agroecossistema. Afinal, esses produtos não podem ser agentes poluidores do solo, do ar ou da água.

Na agricultura orgânica, na qual não são utilizados fertilizantes sintéticos solúveis, agrotóxicos e plantas transgênicas, o controle de plantas daninhas é feito, principalmente, por métodos mecânicos (capina, uso de cultivador ou roçadora) ou físicos (cobertura do solo, seja com resíduos vegetais como palha ou palhada, seja com lâmina de polietileno – *mulching*). O *mulching* é comum no cultivo de algumas hortaliças, como tomate estaqueado e morango. No entanto, mesmo na agricultura tradicional (não orgânica), preconiza-se o manejo integrado de plantas daninhas, no qual estratégias preventivas (uso de sementes puras, isentas de disseminulos¹ de plantas daninhas), culturais (escolha da cultivar e da população de plantas por hectare adequadas), físicas (palha ou *mulching*) e químicas (herbicidas) devem ser associadas, buscando-se o desenvolvimento pleno da cultura.

¹ Semente ou fruto de planta daninha.

Depois da pulverização, os herbicidas estão sujeitos a uma série de processos ou fenômenos que podem levar a perdas, intoxicação ou poluição ambiental. É óbvio que esses produtos não foram desenvolvidos para intoxicar ou poluir o ambiente. Assim, se isso ocorre no campo é porque os produtos não foram adequadamente manejados. Para exercer a sua função, que é a de controlar as plantas daninhas, o herbicida deve atingir o alvo da pulverização, e não ficar fora dele. Mas, antes de tudo, é preciso definir certos termos, como planta daninha, herbicida e alvo da pulverização.

Planta daninha, uma expressão agronômica, está associada a danos (diretos e indiretos) causados às culturas agrícolas ou a qualquer outra atividade econômica. Trata-se de uma planta que, em determinado momento, interfere, direta ou indiretamente, nos interesses do homem. As plantas daninhas interferem nas culturas agrícolas tanto pela competição por água, nutrientes, luz e espaço, quanto pela eliminação de substâncias químicas, os aleloquímicos, que podem comprometer o desenvolvimento das plantas. Além dos danos diretos causados às culturas, como perdas na produção e na qualidade do produto colhido, as plantas daninhas servem como hospedeiras alternativas de pragas e doenças.

Qualquer espécie pode ser uma planta daninha, dependendo do momento e do local de ocorrência. Assim, plantas de milho (do cultivo anterior) que infestem a cultura da soja são consideradas daninhas, conhecidas pelos populares como planta voluntária, tiguera, resteva, inço, entre outros termos. E há

também as plantas daninhas verdadeiras, ou seja, aquelas que não foram melhoradas geneticamente e sobrevivem em condições adversas, como a tiririca (*Cyperus rotundus*), o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a maria-pretinha (*Solanum americanum*). Ecologicamente, essas plantas são consideradas espécies pioneiras, porque são as primeiras a crescer e a fechar o dossel na sucessão florestal².

Herbicida é um produto químico que, em concentrações convenientes, inibe o desenvolvimento ou provoca a morte das plantas daninhas. Esses produtos exigem cuidados especiais na manipulação e na aplicação. Para muitos, trata-se de mais um defensivo agrícola, agrotóxico ou veneno a ser colocado no tanque do pulverizador. Porém, não é tão simples assim. Os herbicidas, em doses adequadas, controlam um grupo de espécies, preservando a cultura de interesse. No entanto, se não forem respeitados os limites de dose ou as épocas de aplicação recomendados, poderão matar ou causar danos irreversíveis à produção da cultura de interesse comercial. A etimologia da palavra é clara: *herbi-* significa planta, *cida-* significa mata, ou seja, “mata planta”.

Entre o grupo de herbicidas, têm-se: a) os seletivos (exemplo, atrazine para o milho, ou metribuzin para o tomate), que podem ser pulverizados nas culturas sem causar danos à produção, desde que respeitado o limite de doses indicado na bula e a época de aplicação; e b) os não seletivos (exemplos, glyphosate

² Processo de ocupação do solo por plantas, de ervas a árvores, depois que a vegetação original foi retirada. Em áreas de floresta, as primeiras espécies da capoeira são as pioneiras, e as do capoeirão são as secundárias, enquanto as da floresta madura, que geralmente necessitam de sombra na fase jovem, são as climácicas ou do clímax.

e paraquat), que não podem ser aplicados diretamente em nenhuma cultura, tanto antes quanto depois da emergência das plantas no campo, pois ocasionarão a morte das plantas.

Nas culturas transgênicas tolerantes ao herbicida glyphosate (como soja, milho e algodão), foi introduzido um gene que confere à planta a capacidade de sobreviver após a exposição ao glyphosate. As plantas que não passaram pelo processo de modificação genética são totalmente sensíveis ao herbicida e morrem após o tratamento com o produto.

Similar aos demais produtos fitossanitários (acaricida, fungicida, inseticida, nematicida, bactericida, etc.), os herbicidas também são classificados quanto ao seu grau de toxicidade ao homem e aos animais. Na classe I estão os produtos altamente tóxicos (exemplos, paraquat e fomesafen); na classe II, os medianamente tóxicos (exemplos, fluazifop-p-butyl e sethoxydim,); na classe III, os pouco tóxicos (exemplos, imazaquin e ametryn); e na classe IV, os praticamente não tóxicos (exemplos, glyphosate e metribuzin). Essa informação consta na bula do produto comercial e, com base nela, deve-se usar o equipamento individual de proteção (EPI) apropriado para cada situação. Ultimamente, preconiza-se, para o manejo racional de plantas daninhas, o desenvolvimento de produtos medianamente tóxicos a praticamente não tóxicos.

Alvo é aquilo que o produto fitossanitário deve atingir no momento da pulverização. No caso dos herbicidas, o alvo pode ser uma planta indesejável ou o solo. Nas aplicações em pós-emergência, a planta

daninha já emergiu na superfície do solo (consegue-se visualizá-la no campo); então, o alvo é a planta. Quando isso ainda não ocorreu, o alvo é o solo, e a aplicação é feita em pré-emergência, ou seja, antes da emergência da planta no solo. Quando a semente da planta daninha iniciar o processo de germinação, serão emitidos a radícula e o caulículo. Essas estruturas é que absorverão o herbicida que atingiu o solo.

Nas aplicações em pós-emergência, parte do produto fica retida nas plantas, enquanto o restante atinge o solo. Assim, seja em pré ou em pós-emergência, o reservatório final dos herbicidas no ambiente é o solo. Esse fato é importante, pois é no solo que a molécula do herbicida será degradada até atingir uma forma não tóxica. Essa degradação é um processo natural, comum a todos os produtos, e não apenas aos mais modernos. O que existe é uma variação (de herbicida para herbicida) no tempo despendido para a transformação no solo, que pode ser mais ou menos longo, conforme o herbicida. Se o herbicida não tiver sido aplicado diretamente na água, o produto somente atingirá um manancial hídrico em superfície (como lagos, represas, córregos e rios) se houver algum erro na aplicação ou erosão hídrica (enxurrada). Na água, o herbicida também será degradado, rápida ou lentamente. Da mesma forma que no solo, o tempo despendido varia conforme a molécula.

É um erro comum afirmar que herbicidas são produtos químicos muito tóxicos, que permanecem indefinidamente no solo ou na água, contaminando, dessa maneira, áreas de cultivo e mananciais hídricos, com consequentes danos irreversíveis ao meio ambiente.

O resumo esquemático da dinâmica dos herbicidas no ambiente (sistema solo-água-atmosfera) está apresentado na Figura 1. Depois (ou no momento) da aplicação no campo, a molécula do herbicida pode ser transportada, transformada ou retida. No transporte, a molécula é desviada do alvo da aplicação, mas continua ativa (tóxica). A transformação é a degradação da molécula, que perde a atividade biológica, ou seja, a capacidade de matar a planta daninha. E, na retenção, o herbicida é adsorvido³ (retido, aderido) à fração sólida do solo (argila ou matéria orgânica) ou absorvido pelas plantas ou outros organismos vivos.



Figura 1. Resumo esquemático da dinâmica dos herbicidas no sistema solo-planta-água-atmosfera.

Créditos: Núbia Maria Correia

³ Interação do herbicida da fase líquida com a superfície das partículas da fase sólida do solo.

Transporte da molécula do herbicida



molécula do herbicida pode ser desviada do alvo da pulverização por diferentes formas. Inicialmente, já no momento da aplicação, o produto pode ser perdido para o ambiente por meio da deriva. De forma diferente daquela que ocorre com fungicidas e inseticidas, a deriva da aplicação de um herbicida pode ter ação fitotóxica em culturas vizinhas sensíveis. Entende-se por deriva o arraste das gotas pulverizadas pela ação do vento. Além do prejuízo agrônômico, decorrente da perda de eficácia – pois o produto não atingirá o alvo em concentração adequada –, há o prejuízo proveniente da contaminação. Além disso, no momento da aplicação, a molécula do herbicida pode ser perdida para a atmosfera por volatilização (vaporização). O produto passa para a forma de vapor, mas a sua propriedade tóxica é preservada, pois ocorre apenas a mudança de estado físico da matéria. Observações no campo indicam que esse vapor tóxico pode contaminar uma cultura sensível até 15 km do local de aplicação (deriva química) ou retornar ao solo junto com a água da chuva, no processo de condensação das moléculas.

Os prejuízos relacionados (deriva e volatilização) só ocorrem no campo em condições não apropriadas de aplicação, como umidade relativa do ar menor que 55%, temperatura do ar superior a 30 °C e velocidade do vento acima do indicado pela tecnologia de aplicação adotada. Outro fator importante

se refere ao tamanho das gotas, que pode condicioná-las a maior ou menor propensão a perdas por deriva. Por exemplo, pontas de pulverização com indução de ar geram gotas extremamente grossas, que são menos favoráveis a perdas por deriva e toleram uma condição maior de vento do que as gotas finas. Por isso, o herbicida é um produto seguro, desde que usado de forma adequada, respeitando-se as doses recomendadas e as condições edafoclimáticas no momento da aplicação.

Ao atingir o solo, o herbicida pode ser lixiviado (transporte em profundidade: vertical, dentro do solo) no perfil do solo ou escorrer superficialmente, podendo contaminar corpos hídricos subterâneos ou em superfície, respectivamente. Porém, esse fenômeno não se aplica especificamente a herbicidas, mas a qualquer outra classe de produto fitossanitário.

O escoamento superficial, conhecido popularmente como enxurrada, trata-se de movimento horizontal de água, solo e resíduos vegetais pela superfície do solo. O herbicida dissolvido na água ou retido na argila ou na matéria orgânica seguirá o fluxo, podendo atingir algum reservatório de água superficial. O escoamento superficial ocorre no campo em situações de chuva intensa, em decorrência da saturação do solo com a água e da ausência de práticas conservacionistas de solo, como o plantio direto sob cobertura morta (palha) e a construção de terraços. Essas práticas beneficiam a infiltração de água no solo, evitando, assim, a erosão hídrica.

Existem situações críticas onde a ausência de estratégias integradas ou planejadas para evitar problemas dessa natureza é notória, conforme ilustra a Figura 2. A Figura 2A mostra dois campos: um de produção de amendoim e outro de goiaba. O terreno é acidentado (com declive suave) e o solo é leve (arenoso). No encontro das duas culturas, na baixada, há um córrego, que está tomado por plantas daninhas aquáticas, onde um boi “tenta” saciar sua sede (Figura 2C). O solo está erodido (Figura 2C), o que ocasiona escoamento superficial, que resulta na perda de solo, água, fertilizante, herbicida, plantas de amendoim, etc., até alcançar o ponto mais baixo do terreno, onde se encontra o córrego. Excesso de plantas daninhas aquáticas é sinal de desequilíbrio, decorrente, entre outros fatores, do excesso de nutrientes na água, principalmente fósforo e nitrogênio. Tomando por base esse exemplo de escoamento superficial, pergunta-se: o que faltou e o que poderia resultar na contaminação da água? De onde surgiu o problema: da aplicação do herbicida ou do uso do fertilizante? A resposta é que faltou o conhecimento associado à prática de estratégias de manejo correto do solo.

Diferentemente do que ocorre com o escoamento superficial, na lixiviação o transporte é em profundidade (vertical, dentro do solo), através do perfil do solo, da fração dos sólidos dissolvidos na solução do solo. A lixiviação é influenciada por vários fatores, entre eles a solubilidade da molécula em água e a sua adsorção ao solo (argila e matéria orgânica). A solubilidade é a quantidade máxima de

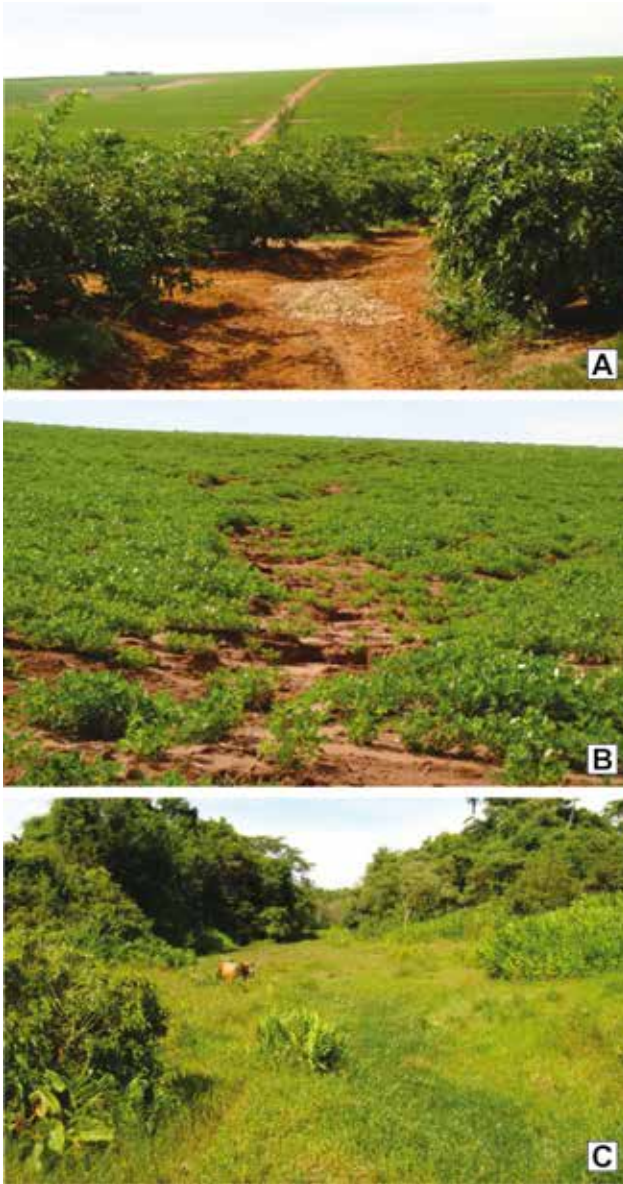


Figura 2. Áreas de produção de amendoim e goiaba na região de Monte Alto, SP (A); erosão ocasionada pelo escoamento superficial de água no solo (B); córrego que separa as duas áreas (amendoim e goiaba) (C).

produto que se dissolve em água, formando uma única fase, sob determinada temperatura. Enfim, refere-se à afinidade do herbicida com a molécula da água. Já a adsorção é a atração e a adesão do herbicida à argila ou à matéria orgânica do solo e envolve processos hidrofóbicos, físicos e químicos.

De forma simplificada, o solo é constituído pela fração sólida (argila, silte, areia e matéria orgânica), pela solução (água do solo) e pelo ar (principalmente CO_2 e O_2). No solo, o herbicida pode ocupar esses três espaços. Para ser lixiviado, a molécula deve estar dissolvida na água do solo, pois, quando retida (adsorvida) na argila ou na matéria orgânica, está protegida desse tipo de perda. Por isso, as duas características – solubilidade em água e adsorção ao solo – são importantes e devem ser avaliadas em conjunto, e não separadamente. Herbicidas fortemente adsorvidos ao solo, mesmo extremamente solúveis em água, não estão propensos a perdas por lixiviação no solo.

Outros fatores que afetam a lixiviação dos herbicidas no solo são a quantidade e a frequência de água que atravessa o perfil do solo. Afinal, uma chuva de 100 mm com duração de duas horas é mais prejudicial, em termos de perda de produto por lixiviação e por escoamento superficial, do que a mesma intensidade distribuída em um período de uma semana, por exemplo. O produtor não tem como alterar o fluxo de chuvas; contudo, pode posicionar produtos menos passíveis de perda por lixiviação nos meses do ano com histórico de alta intensidade de chuvas, como dezembro e janeiro, no Centro-Sul do Brasil.

O prejuízo ambiental causado pela lixiviação do herbicida no solo é a contaminação do lençol freático. À medida que a água se aproxima da superfície, a possibilidade de contaminação é maior. A altura do lençol freático depende do relevo do terreno, da vegetação e da época do ano, e é bastante variável. Pode-se observar o afloramento da água na superfície do solo, formando nascentes ou minas d'água, até profundidades maiores.

A lixiviação também traz prejuízos agrônômicos relacionados à remoção do produto para profundidades, não agregando, então, vantagens para o controle das plantas daninhas. No solo, o herbicida distribui-se uniformemente ao longo do perfil, na horizontal e na vertical, nos primeiros 10 cm. É nessa camada superficial que se encontram as sementes, as radículas ou caulículos das plantas que os herbicidas inibirão. Essa distribuição é feita pela própria umidade do solo. Por isso, não há interesse agrônômico na permanência do herbicida em camadas mais profundas do solo (de 10 cm a 20 cm). Além disso, com o aprofundamento no perfil do solo, a degradação da molécula é mais lenta, por conta da menor atividade microbiana do solo.

Na busca por uma agricultura mais sustentável e ambientalmente aceitável, preconiza-se, portanto, que a aplicação de herbicidas no agroecossistema considere outros fatores, além da presença da planta daninha ou da cultura a serem pulverizadas, como: profundidade do lençol freático (se esse é mais superficial, não usar produtos com maior solubilidade em água), presença de nascentes ou minas d'água, práticas conservacionistas de solo (como o

sistema de plantio direto na palha) e relevo do terreno (dependendo do grau de inclinação do terreno e do tipo de solo, aplicar os herbicidas após a emergência das plantas).

Retenção da molécula do herbicida



Adsorção é a atração e a retenção do composto no solo. Refere-se à adsorção do herbicida à fração sólida do solo ou à sua absorção pelas plantas ou outros organismos vivos. O processo inverso da adsorção é a dessorção.

A adsorção envolve processos hidrofóbicos, físicos e químicos, em que a molécula do herbicida fica aderida à superfície dos colóides minerais (argila) ou orgânicos (matéria orgânica) do solo. As forças responsáveis pelas reações de adsorção podem ser fracas ou extremamente fortes. No último caso, a molécula do herbicida não retorna para a solução do solo (não é dessorvida). É o caso do paraquat e glyphosate, que não possuem ação de solo para o controle de plantas daninhas.

A capacidade de troca catiônica, o teor de carbono orgânico, o pH, a textura e a mineralogia do solo influenciam na adsorção dos herbicidas. Então, a retenção é variável de solo para solo e, assim, não pode ser analisada da mesma forma para todos os solos. Por exemplo, solos com alto teor de matéria orgânica possuem maior capacidade de adsorção devido à maior

superfície específica da matéria orgânica, comparada aos principais tipos de argila dos solos brasileiros, principalmente aqueles da região originalmente sob cerrado.

As características físico-químicas dos herbicidas também afetam a adsorção, como a solubilidade em água, a polaridade, a ionização da molécula, a volatilidade e o coeficiente de distribuição do herbicida no solo. Esse coeficiente, conhecido como Koc, é a relação entre a concentração do herbicida retido nos coloides do solo e a sua concentração na solução do solo. Com base no Koc da molécula, a adsorção do herbicida ao solo pode ser classificada em muito forte, forte, moderada ou fraca.

A adsorção do herbicida regula a sua biodisponibilidade no solo, pois, quando retido, não estará disponível na solução do solo para ser absorvido pelas plantas. A entrada do herbicida na plântula, no início do seu desenvolvimento (ainda dentro do solo), ocorrerá pelo caulículo ou pela radícula. Esse processo é primordial para a inibição dos fluxos de emergência da planta no campo e a manutenção do controle.

A escolha da dose adequada dos herbicidas aplicados em pré-emergência (em que o alvo é o solo) deve considerar, além, é claro, do histórico de infestação, a textura⁴ e o teor de matéria orgânica do solo. Geralmente, solos de textura arenosa (com menor superfície de retenção) e com baixo teor de matéria orgânica necessitam de menor quantidade de herbicida do que solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica.

⁴ Teor de areia, silte e argila do solo.

O uso correto das doses dos herbicidas é de grande importância não apenas para o sucesso do controle das plantas daninhas, mas também para a sustentabilidade agrícola. Afinal, será pulverizada na cultura uma quantidade ideal de produto, sem excessos, que poderiam levar a perdas ou à contaminação ambiental.

Transformação da molécula do herbicida



É importante que o herbicida permaneça certo tempo disponível na solução do solo, para exercer o seu efeito de controle. Contudo, essa permanência deve ser restrita ao exigido pela cultura, em virtude de uma série de fatores. Por exemplo, trabalhando-se com uma cultivar de soja de ciclo de 110 dias, isso não significa que o herbicida deverá ter concentração adequada no solo para o controle de plantas daninhas por todo esse período. O controle químico deverá atuar sobre as plantas daninhas nos primeiros 30 a 40 dias, até o fechamento do dossel das plantas de soja. A partir daí, pelo sombreamento exercido pela própria cultura, ela é que será responsável pela manutenção do controle das plantas daninhas.

Além disso, a molécula do herbicida não pode persistir no solo por muito tempo, pois poderia prejudicar o estabelecimento de outras culturas em rotação ou sucessão. Esse fenômeno indesejado, denominado de *carryover*, é definido como os resíduos fitotóxicos que permanecem no solo e afetam culturas sensíveis em rotação ou sucessão depois daquelas culturas nas

quais o herbicida foi utilizado. Nos sistemas de produção, em que diversas culturas ocupam o mesmo espaço ao longo do ano, o uso de herbicidas com efeito residual longo no solo poderá inviabilizar o cultivo de diferentes espécies em sucessão ou rotação. Então, a degradação da molécula do herbicida é importante não apenas para o ambiente, mas também para a agricultura.

As principais formas de transformação da molécula são: abiótica (ou química), microbiana (ou biodegradação) ou pela ação da luz (fotodegradação). Nas três, a degradação ocorre por meio de reações químicas (hidrólise, oxidação, redução, etc.), que resultarão em uma forma não tóxica da molécula ou até na sua completa mineralização, tendo como produtos finais CO_2 , H_2O , NH_3 e íons inorgânicos.

Na degradação abiótica (ou química), as reações químicas não têm origem biológica. É completamente diferente da biodegradação (ou degradação microbiana), cujas reações químicas acontecem por causa da ação catalítica de enzimas produzidas pelos microrganismos. Esta última é a principal forma de degradação da maioria dos herbicidas. Portanto, condições ideais que favoreçam a microbiota decompositora no solo favorecerão a biodegradação dos herbicidas, com reflexo na sua persistência no solo. Tais condições são: a) umidade do solo entre 50% e 100% da capacidade do campo; b) boa aeração do solo; c) temperatura entre 27 °C e 32 °C; e d) pH entre 6,0 e 8,0; e d) altos teores de matéria orgânica.

Na fotodegradação (ou fotólise), as reações químicas acontecem na presença de luz – radiação solar

na faixa do ultravioleta. O herbicida fica exposto a perdas por fotodegradação quando está na superfície da planta, antes da absorção, ou na superfície do solo, antes da sua distribuição na camada superficial, e será maior ou menor a depender da sensibilidade da molécula. A maioria dos herbicidas tolera esse tipo de degradação, com perdas insignificantes, mas há outros que são bem sensíveis.

Em uma agricultura moderna, dinâmica e sustentável, é importante conhecer todos os aspectos relacionados à degradação, em especial a biodegradação dos herbicidas no solo, até mesmo para evitar prejuízos por *carryover*. A biodegradação é a via natural de transformação dos produtos em uma forma não tóxica. É claro que, em um ambiente não favorável aos microrganismos do solo, como seca, temperaturas baixas e pH mais ácido, a atividade da microbiota decompositora será menor; conseqüentemente, o herbicida permanecerá por mais tempo (ativo) no solo.

Considerações finais



Independente da escala de produção (pequena, média ou grande) ou do produto colhido (alimento ou biocombustível), os herbicidas têm uma posição de destaque no sistema de produção agrícola no Brasil. A sua grande aceitação pelos produtores é atribuída, entre outras vantagens, ao fato de proporcionarem menor dependência de mão de obra, cada vez mais escassa no Brasil. Na maioria das regiões agrícolas, a

população é totalmente urbana, e os trabalhadores não almejam mais o serviço pesado e desgastante do campo. Ao longo do tempo, a mão de obra rural tornou-se ociosa e cara. Por sua vez, o controle químico trouxe flexibilidade e agilidade ao manejo de plantas daninhas, com custo menor do que a capina, por exemplo. Por isso, é inquestionável a sua importância na agricultura moderna. Porém, para alcançar o status de agricultura sustentável, o produtor rural e os profissionais da área (técnicos agrícolas e agrônomos) devem avaliar e incorporar uma série de conceitos, entre eles o uso correto e racional dos produtos fitossanitários.

Na agricultura orgânica, é proibido o uso de insumos industrializados, como os herbicidas. O controle é feito por métodos mecânicos ou físicos. Em áreas menores, dependendo da cultura, os resultados são excelentes e totalmente viáveis do ponto de vista ambiental. No entanto, o custo do manejo é maior comparado ao de um produto convencional. Esse custo é compensado no preço pago pelo consumidor final nas cidades. Trata-se de um produto diferenciado, de maior valor agregado para o produtor e faz parte de um importante nicho de mercado. Mas é importante lembrar que a maioria da população mundial possui renda baixa e, assim, não pode se dar ao luxo de comprar alimentos mais caros do que os alimentos ditos convencionais.

O uso de herbicidas como única estratégia de manejo pode levar ao insucesso, em virtude da seleção de plantas daninhas resistentes ou de difícil controle e do aumento exponencial do “banco de sementes” do solo. Além, é claro, do aumento sucessivo das doses,

do uso de misturas tríplices ou quádruplas no tanque do pulverizador, com reflexo direto no custo de produção. Não existem milagres e, sim, estratégias integradas – o manejo integrado de plantas daninhas, do qual os herbicidas fazem parte, combinado com outros métodos de manejo.

Controlar não é o mesmo que manejar. O controle consiste na supressão do crescimento e/ou na redução do número de plantas daninhas na área até níveis aceitáveis para convivência, sem ocasionar danos à cultura. O manejo engloba a adoção de várias estratégias de controle, procurando-se trabalhar de forma integrada. Exige a avaliação de todos os impactos a médio e longo prazos no agroecossistema. O ajuste das doses dos herbicidas ao tipo de solo, à espécie e ao tamanho da planta daninha, associado ao levantamento prévio da infestação e da catação manual dos possíveis escapes, exemplifica uma estratégia de manejo. Na catação, devido à baixa densidade, as plantas daninhas possivelmente não estariam competindo com a cultura, mas poderiam servir como hospedeiras de pragas, doenças e nematoides, além de favorecerem o aumento do banco de sementes dessa espécie no solo.

É importante promover a conscientização dos produtores rurais e dos profissionais da área sobre o uso racional dos herbicidas nas lavouras, que é um dos princípios da sustentabilidade agrícola. Entender a dinâmica desses produtos no sistema solo-água-atmosfera é essencial para prevenir perdas e a contaminação ambiental, rumo à desejada produção sustentável, em todas as suas dimensões. Por todos os motivos apresentados, o enrijecimento contra o uso de

herbicidas na produção agrícola representa uma opção ingênua e pouco racional. É necessário, justamente, que todos tenham a consciência de que, na agricultura convencional, é imprescindível o uso de herbicidas da forma mais sustentável possível.

Literatura recomendada



ALTERMAN, M. K.; JONES, A. P. **Herbicidas**: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Chile: Ediciones Universidad Católica del Chile, 2003. 333 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Ed. da Universidade Estadual de Londrina, 2011. 697 p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. da Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 780 p.



Vazio sanitário: um estudo
de caso para a produção
sustentável do tomateiro

***Alice Kazuko Inoue-Nagata
Fernanda Rausch Fernandes***

Vazio sanitário: um estudo de caso para a produção sustentável do tomateiro

Resumo

A agricultura tropical apresenta um sistema de produção de alta eficiência. O cultivo pode ser feito de forma contínua e as áreas de produção são aproveitadas em toda a sua potencialidade, viabilizando, assim, oferta constante de produtos agrícolas. Em contrapartida, esse fato favorece a disponibilidade de alimentos para pragas e, conseqüentemente, a ocorrência de elevada infestação de pragas e epidemias. A aplicação das recomendações de manejo integrado de pragas minimiza sua incidência; entretanto, a complexidade do sistema de produção agrícola muitas vezes impede que a aplicação das ferramentas de manejo seja bem-sucedida. A identificação de problemas graves, classificados como pragas emergenciais, requer a tomada de decisões radicais, destacando-se a implementação do período de vazio sanitário cultural. Essa foi a razão para o estabelecimento do vazio sanitário do tomateiro de crescimento determinado destinado ao processamento industrial. A Instrução Normativa SDA nº 024/2003 foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em 2003, mas começou a ser implementada a partir de 2007, depois da publicação da Instrução Normativa da Agrodefesa de Goiás. Além do vazio sanitário de 2 meses para a cultura, aquela instrução normativa preconiza a obrigatoriedade da implementação do manejo integrado de pragas. O vazio sanitário do tomateiro foi instituído em resposta à alta infestação de moscas-brancas e à alta incidência de viroses associadas ao inseto, sérias ameaças à produção sustentável do tomateiro.

Termos para indexação: fitossanidade, sustentabilidade, manejo integrado de pragas, política pública, calendário de plantio.

Crop-free period: a case study for sustainable production of tomatoes

Abstract

Tropical agriculture is a highly efficient production system. In this context, crop cultivation can be continuously explored throughout the year to its full potential, thus leading to constant agricultural production. It also causes a continuous supply of food for pests and, consequently, the increasing occurrence of disease epidemics and pest infestation. A correct implementation of integrated pest management measures will minimize the occurrence of pest problems. However, the application of management tools is frequently not possible due to the complexity of the agricultural production system. Identifying severe problems classified as emergency pests demands a radical decision, such as the implementation of a crop-free period. This was the case for the tomato crops for industrial processing. The normative instruction number SDA 024/2003 was regulated by the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (Mapa) in 2003, but entered into force in 2007, after the publication of a normative instruction by Agrodefesa of the Goiás state. In addition to the two-month tomato-free period, the normative instruction established the mandatory use of integrated pest management. The tomato-free period was established in response to the high infestation of whitefly and high incidence of diseases caused by viruses in association with the insect, which are a serious menace to the sustainable production of tomatoes.

Index terms: plant health, sustainability, integrated pest management, public policy, planting calendar.

Introdução



natureza encontra-se em equilíbrio dinâmico. Para cada organismo (planta, animal ou microrganismo) que é inserido no ou subtraído do ambiente, ocorrem mudanças capazes de alterar o equilíbrio em menor ou maior escala. A prática da exploração agrícola resulta, conseqüentemente, em desequilíbrio na natureza. Pergunta-se, então, como produzir alimentos e produtos necessários sem causar o desequilíbrio do ambiente? A melhor resposta resume-se em tentar produzir racionalmente, com as melhores tecnologias disponíveis, de forma consciente e visando à sua sustentabilidade ao longo dos anos.

A ciência básica ajuda a agricultura fornecendo informações essenciais para a tomada de decisão sobre quais são os procedimentos mais adequados para a produção agrícola e menos danosos ao meio ambiente.

Grande parte do território brasileiro está localizada em região com clima equatorial e tropical. A ausência de frio intenso nos meses do inverno torna o País uma potência em termos de capacidade de produção agrícola durante todo o ano. São poucas as culturas anuais que apresentam restrições quanto ao clima e à época do ano que impeçam o seu cultivo em qualquer período. Com o uso de irrigação e da correção do solo é possível produzir em qualquer região do Brasil e em qualquer época, resultando em vegetação

exuberante em terras antes áridas e pobres. Isso é demonstrado pela expansão da fronteira agrícola nas regiões de cerrado e caatinga, que hoje constituem alguns dos principais polos de produção agrícola, especialmente de grãos e frutas.

Para culturas de ciclo curto, por exemplo, é possível produzir três safras de feijão e milho por ano, uma indubitável vantagem competitiva para o Brasil. Isso permite ao produtor decidir a melhor opção de plantio, de cultura e de época de plantio, de acordo com o mercado, as condições climáticas, a mão de obra, os equipamentos e as áreas disponíveis. No entanto, o cultivo continuado de uma cultura traz consequências indesejáveis. Com a manutenção de uma espécie vegetal em monocultura por um longo período, as pragas associadas a esse cultivo também têm a oportunidade de se manter e de se multiplicar. Em uma situação inversa, em um país com clima subtropical a temperado, o inverno frio torna inviável o cultivo de uma planta, por exemplo, de feijoeiro. Sem o feijoeiro, os insetos, os fungos, as bactérias, os nematoides e os vírus ficam sem o alimento, levando ao decréscimo de suas populações. No início do novo plantio de feijoeiro, esses organismos, que estão em pequeno número, iniciarão um novo ciclo e, gradativamente, se multiplicarão e causarão problemas, caso não sejam controlados de forma adequada e rápida. E é muito provável que, quando essas pragas atingirem altas populações, o inverno já estará se aproximando.

Nos países tropicais, como o Brasil, não há queda da população de pragas induzida pela baixa temperatura ou pela falta de água (em regiões que utilizam a agricultura irrigada). Isso faz com que a oferta

de alimentos para pragas seja constante e abundante. Nesse cenário, a explosão populacional desses organismos indesejáveis é inevitável. Entretanto, seu manejo eficiente nos sistemas de produção pode resultar na redução de suas populações e permitir o plantio sucessivo e ininterrupto de culturas de interesse.

O equilíbrio entre alta produção agrícola e manejo fitossanitário eficiente é complexo, representando, assim, um dos grandes desafios a ser superado pela ciência, pela ação pública. Esse manejo é fundamentado em três princípios básicos: controle biológico, controle cultural e controle químico. Em sistemas altamente produtivos, o controle químico, com o uso de agrotóxicos, é a ferramenta mais utilizada. Utilizam-se herbicidas para o controle de plantas daninhas, inseticidas para a eliminação de insetos e fungicidas para o controle de fungos, apenas para citar os principais grupos. No entanto, vários fatores, como uso de produto inadequado, erro na aplicação do produto, erro de dosagem e existência de organismos resistentes ao produto utilizado, podem afetar o controle. Quando os métodos de controle disponíveis não apresentam o resultado desejado, as autoridades governamentais são pressionadas pelos produtores a intervir com medidas regulatórias. A instituição do vazio sanitário é uma delas.

Atualmente, no Brasil, existem quatro culturas em que o vazio sanitário é aplicado. O tomateiro foi o primeiro, com a Instrução Normativa nº 024 do Mapa (BRASIL, 2003), para o controle da geminivirose (mosaico-dourado do tomateiro, causado pelos geminivírus, por exemplo, o *Tomato severe rugose virus*) e da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Em 2007, foi

instituído o vazio sanitário do algodoeiro para o controle do bicudo (*Anthonomus grandis*), inseto que causa grandes prejuízos à cultura do algodoeiro, com a Instrução Normativa Conjunta Seder/Indea-MT¹, e o da soja, para o controle da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), doença que induziu um significativo aumento no uso de fungicidas, com a Instrução Normativa nº 2/2007 do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, 2007). Recentemente, foi aprovado o vazio sanitário do feijoeiro para o controle da geminivirose (mosaico-dourado do feijoeiro causado pelo *Bean golden mosaic virus*) e da mosca-branca, no Distrito Federal, em Goiás e em Minas Gerais, com a Instrução Normativa nº 15, de 17/6/2014 (BRASIL, 2014). Neste artigo, o vazio sanitário do tomateiro será discutido em detalhes.

Inicialmente, é preciso compreender os sistemas de produção de tomate no Brasil. O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) apresenta dois tipos de hábito de crescimento: indeterminado e determinado. Para aqueles de crescimento indeterminado, a planta cresce, o florescimento e a frutificação têm início, e a planta continua em crescimento vegetativo. Nesse caso, as plantas são amarradas a anteparos, como estacas ou fitilhos, e são denominadas de "tomateiro estaqueado" ou "tutorado". Elas permitem várias colheitas, geralmente ao longo de um período de aproximadamente 3 meses. Já em plantas com crescimento determinado (ou rasteiro), após um determinado período de frutificação, elas param de crescer, não emitindo mais brotações. A colheita é realizada de uma só vez ou, no

¹ Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/7415741/pg-44-diario-oficial-do-estado-do-mato-grosso-doemt-de-30-05-2007>>.

máximo, em três vezes. Atualmente, no Brasil, grande parte do cultivo de tomateiro de mesa é realizada em campo aberto, mas, em alguns casos, pode-se cultivar em estufas abertas lateralmente ou fechadas completamente, com sistema de refrigeração.

Os frutos de tomateiro estaqueado são voltados para o consumo fresco (*in natura*), enquanto aqueles de cultivo rasteiro são, na maioria dos casos, utilizados para o processamento industrial. O tomateiro estaqueado é cultivado em todo o Brasil e em todas as épocas do ano. Já o tomateiro rasteiro, comumente utilizado para processamento industrial, é cultivado de fevereiro a outubro, principalmente nos estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, onde se concentram as indústrias de processamento de tomate. No entanto, nos últimos anos, o cultivo de tomateiro rasteiro, no Nordeste e no Centro-Oeste, também vem sendo explorado para consumo fresco.

A instrução normativa do vazio sanitário do tomateiro é específica ao tomateiro para processamento industrial e estabelece a obrigatoriedade de implantação de um manejo integrado de pragas e a adoção de um calendário de plantio que garanta um vazio sanitário de, no mínimo, 60 dias, em todo o território brasileiro. Essa IN do Mapa não especifica as datas do vazio, cabendo, assim, a cada estado a decisão de escolher a melhor época para aplicá-lo. Por exemplo, o vazio sanitário do tomateiro foi instituído no Estado de Goiás pela IN 05/2007 e pela IN 06/2011² da Agrodefesa de Goiás. A IN 06/2011 (revoga a IN 05/2007) determina que o transplante de

² Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-07/in-06_11.pdf>.

mudas de tomateiro só poderá ser feito dentro de Goiás entre os dias 1º de fevereiro e 30 de junho de cada ano. De acordo com esse calendário, o vazio efetivo ocorre em dezembro e janeiro, mas pode ser iniciado em outubro, dependendo da região.

Uma leitura cuidadosa da IN nos desperta várias questões sobre essa medida e sua eficiência. O que é um geminivírus? O período do vazio é o mesmo para todas as regiões brasileiras? Qual o tempo de duração do vazio sanitário? O tomateiro é a única planta infectada com o geminivírus que causa o mosaico-dourado do tomateiro? Por que a medida se aplica somente ao tomateiro para processamento? O tomateiro é a única fonte de alimentação da mosca-branca? Como pode o vazio sanitário ser efetivo se a mosca-branca – que é o grande alvo – vai sobreviver de qualquer maneira, durante o vazio, em outras plantas, cultivadas ou não? A mosca-branca, vetora do geminivírus, conseguirá manter esse vírus no seu corpo durante a época em que o tomateiro não estiver sendo cultivado e, assim que o tomateiro voltar a ser cultivado, poderá introduzi-lo na cultura? O vazio sanitário é efetivo? Por que somente o Estado de Goiás adotou a medida? O vazio sanitário do tomateiro é bom para todos, ou seja, para produtores, consumidores, vendedores e outros? A resposta a essas perguntas são buscadas por todos os sistemas de pesquisa do Brasil e do mundo, incluindo a Embrapa, e por autoridades governamentais. Instigado por essas perguntas, este artigo mostrará a importância da implementação de tal medida de controle fitossanitário e sua capacidade de manter a sustentabilidade econômica, social e ambiental. O que é um geminivírus? Os geminivírus

são vírus transmitidos por moscas-brancas, cigarrinhas e membracídeos a diversas espécies vegetais. Algumas dessas plantas são de grande importância econômica em todo o mundo e têm, na geminivirose, um dos principais fatores de queda de produtividade, como plantas de feijão, tomate, algodão, mandioca e milho. No Brasil, as doenças causadas pelos geminivírus são particularmente importantes para o tomateiro e o feijoeiro. Esses vírus apresentam uma partícula semelhante a duas esferas grudadas, conhecidas como "partículas geminadas", o que deu origem ao nome do grupo. O grupo dos geminivírus abrange os mastrevírus, os curtovírus, os topocuvírus, os turncurtovírus, os eragrovírus, os becurtovírus e os begomovírus, sendo que apenas os últimos constituem os geminivírus transmitidos por moscas-brancas. O mosaico-dourado do tomateiro é uma das principais doenças do tomateiro, sendo causada por inúmeras espécies de begomovírus.

No Brasil, pelo menos 17 espécies foram relatadas em tomateiro. A espécie *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) é o begomovírus que mais se destaca pela sua ampla distribuição e incidência no País. Os sintomas de mosaico-dourado do tomateiro são: mosaico dourado, clorose entre as nervuras, enrolamento, deformação foliar e redução do crescimento de folhas e do porte da planta. Infecções em plantas mais novas são mais prejudiciais, reduzindo drasticamente a produção. Depois que a planta é infectada pelos begomovírus (ou por qualquer vírus), não é possível curá-la, razão pela qual o controle da doença deve ser preventivo, ou seja, evitando a entrada da doença na lavoura, que se dá pela mosca-branca, inseto que

ocorre mundialmente. Assim, o principal controle da begomovirose consiste no controle do seu vetor, a mosca-branca. No mercado, há híbridos de tomateiro com tolerância aos begomovírus, mas todos são suscetíveis e se infectam em condições de alta infestação de moscas-brancas transmissoras de begomovírus.

O período de vazio de dezembro a janeiro foi adotado em Goiás a partir da aprovação e da divulgação de duas instruções normativas, em consulta com os grupos de pesquisa envolvidos no estudo desse patossistema. O vazio sanitário entre dezembro e janeiro é praticado informalmente em São Paulo e Minas Gerais; porém, no Distrito Federal, a legislação não foi implementada e, assim, não é seguida. O calendário de plantio foi estabelecido com base no conhecimento de que os meses de dezembro e janeiro registram chuvas intensas, o que favorece a ocorrência também de outras doenças foliares, como as fúngicas e as bacterianas.

O vazio sanitário praticado no Brasil para o tomateiro tem como grande alvo a redução da fonte de vírus, justamente com a eliminação do tomateiro em cultivo ou na forma de plantas voluntárias, que são as plantas de tomateiro remanescentes após a colheita da lavoura. Dois meses, esse é o período mínimo do vazio sanitário para o tomateiro, que foi estipulado considerando-se que as moscas-brancas adultas levam aproximadamente um mês para eclodir dos ovos, e que vivem, em média, um mês. Assim, esse intervalo seria o tempo mínimo necessário para a eliminação das moscas-brancas transmissoras (ou virulíferas), ou seja, aquelas que

são capazes de transmitir o vírus. Os ovos e as ninfas provenientes desses adultos não se tornarão transmissores se não se alimentarem de planta infectada. Se houver ninfas maduras em folhas de plantas infectadas que não forem completamente removidas, delas poderão eclodir adultos transmissores, tornando-se, por isso, imprescindível a eliminação de restos culturais. Também é preciso remover as plantas voluntárias de tomateiro, que poderão ser infectadas e servir de fonte de vírus. A medida só é efetiva se os tomateiros são eliminados e, junto com eles, os vírus.

A incidência da doença do mosaico-dourado do tomateiro depende, obrigatoriamente, da combinação de três fatores: planta suscetível, vetor (mosca-branca) e vírus. Certamente, a expansão do período do vazio sanitário para mais de 2 meses vai tornar a medida mais eficiente. Com efeito, quanto mais longo for esse período, haverá menos moscas-brancas transmissoras, menos plantas infectadas e menos fontes de vírus; ademais, menos pragas, em geral, afetarão o tomateiro. Para aumentar a eficiência da medida, o mesmo período do vazio sanitário deverá ser estabelecido para todas as regiões brasileiras, considerando que não existem barreiras físicas à mosca-branca. Nesse sentido, o estabelecimento do vazio sanitário em Goiás, e não no Distrito Federal, não tem razão de ser, pois todo o território do Distrito Federal está contido dentro de Goiás. Ademais, a regulamentação da norma apenas para aquela unidade da Federação pode levar a conflitos entre produtores e órgãos das respectivas secretarias de Agricultura.

A discussão e a aprovação de um período em comum acordo entre os estados são passos fundamentais para garantir a eficiência da aplicação da medida e, conseqüentemente, o seu sucesso. Certamente, pressões econômicas e sociais afetarão essas decisões, já que o abastecimento do produto poderá ser afetado. Ou seja, o controle e, conseqüentemente, a sustentabilidade têm um custo.

Durante a época do vazio sanitário do tomateiro, a ausência dessa planta não impede que outras plantas sirvam de alimento para a mosca-branca, por exemplo, as plantas de soja, feijão e algodão. Para que a medida funcione com eficácia, seria necessário um vazio sanitário de hospedeiros de moscas-brancas, assim como é feito na República Dominicana. Nesse país da América Central, não se pode cultivar ou manter plantas que sirvam de alimentos a moscas-brancas pelo período de 3 meses. No Brasil, isso não foi possível, pois o melhor período de plantio de tomateiro é a época seca (inverno), que pode coincidir com o período de vazio sanitário da soja e do algodão, excelentes hospedeiros de moscas-brancas. O vazio sanitário do feijoeiro ocorre em setembro/outubro; da soja, entre julho e setembro; e do algodão, de setembro a novembro. Escolheu-se o período de dezembro e janeiro por causa das chuvas abundantes, características desses meses, tornando, então, inviável a produção de tomates de boa qualidade. Dessa forma, a estratégia consiste em eliminar a fonte de vírus, e não a fonte da mosca-branca. Entretanto, as evidências indicam que essa estratégia pode ser falha, exigindo, então, o estabelecimento de vazio sanitário para a mosca-branca. O tomateiro de

crescimento determinado (rasteiro) é plantado em grandes áreas, em regiões isoladas e por um pequeno número de produtores, altamente tecnificados, que só utilizam mudas produzidas em viveiros credenciados. Essas características, juntamente com a maior organização da cadeia de tomate para processamento e a viabilidade de fiscalização desse pequeno universo de produtores, foram as razões para que a medida ficasse restrita ao tomateiro rasteiro destinado a processamento industrial. É impossível divulgar a medida entre os produtores de tomateiro estaqueado, e as consequentes notificação e fiscalização, já que, a par de serem inúmeros, suas áreas de produção e seu grau de tecnificação são altamente variáveis. Com o propósito de tentar aumentar a amplitude da região com o vazio sanitário real nas principais regiões produtoras, a IN 06/2011 da Agrodefesa de Goiás estendeu a aplicação do vazio sanitário do tomateiro para o mercado fresco a 11 municípios do estado: Morrinhos, Itaberaí, Turvânia, Cristalina, Luziânia, Silvânia, Orizona, Vianópolis, Palmeiras de Goiás, Piracanjuba e Goianésia. Esses municípios foram selecionados em virtude da sua proximidade dos polos de produção de tomate para processamento industrial.

A implementação do vazio sanitário na região, inclusive para tomateiro rasteiro e estaqueado, é essencial para o sucesso da medida, já que não existe diferença entre eles quanto à suscetibilidade ao vírus. Existe, porém, no mercado uma maior oferta de híbridos com tolerância aos begomovírus para tomateiro estaqueado. Em tomateiro rasteiro, há poucos materiais disponíveis, como o híbrido TY2006 e o BRS Sena, este último desenvolvido na Embrapa Hortaliças.

A mais importante fonte de begomovírus, que serão transmitidos pela mosca-branca a outras plantas, é o próprio tomateiro. As plantas daninhas, que estão presentes dentro ou em volta das lavouras, são hospedeiras de vírus de tomate. Estudos estão sendo realizados para avaliar a eficiência dessas plantas como fonte de vírus para o tomateiro. Os resultados vêm demonstrando que o joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), solanácea frequentemente encontrada infestando lavouras de tomateiro, também é excelente fonte do vírus de tomateiro. Essa planta é tão suscetível quanto o tomateiro e, portanto, seu manejo merece atenção especial.

A grande pergunta que agora se apresenta é: o vazio sanitário é efetivo? A resposta é simples: certamente é efetivo, desde que os tomateiros sejam eliminados – de fato – na época do vazio. A eficiência do método dependerá de vários fatores, sendo que o primeiro é a eliminação dos tomateiros cultivados e das plantas voluntárias. Essa é uma tarefa muito difícil, já que a medida não é aplicada em todo o País e nas diferentes finalidades de produção – para mesa e para indústria –, como já explicado. Além disso, há outro problema: as plantas de tomateiro podem estar presentes em quintais e jardins da zona rural e nas cidades. A eliminação de outras plantas hospedeiras também teria um efeito benéfico importante, especialmente o joá-de-capote. As recomendações de manejo integrado de pragas devem ser seguidas para garantir que a doença não ocorra graças ao uso de plantas mais resistentes, à ausência de vetores e ao planejamento de plantio. Por fim, há

mais uma questão problemática: grande parte dos produtores de tomate no Brasil tem limitada consciência sobre a necessidade de realizar o vazio sanitário. Ou seja, o problema vai além dos temas tecnológicos e da existência de normas.

Goiás foi o único estado que adotou o vazio sanitário do tomateiro (IN 06/2011, da Agrodefesa)³. A IN foi elaborada e aprovada especificamente para essa unidade da Federação por causa do interesse das indústrias de processamento em reduzir ao máximo os riscos na tomaticultura no estado. Goiás é o maior produtor brasileiro de tomate para processamento, e a sustentabilidade da produção é essencial para todos os agentes dessa cadeia produtiva. As áreas de produção de tomate rasteiro estão distribuídas do centro ao sul do estado e não estão isoladas. Isso possibilitou uma união de produtores e indústrias para a efetiva aprovação da legislação de vazio sanitário. Em outros estados, não foi criada medida legislativa a favor; entretanto, os produtores ligados ao processamento de tomate seguem um cronograma de plantio e colheita, de modo que, efetivamente, haja um vazio sanitário do tomateiro em período coincidente com o de Goiás. A exceção é observada no Distrito Federal, onde não há legislação específica e, assim, planta-se tomateiro rasteiro (principalmente para consumo fresco) em qualquer época do ano, sem qualquer fiscalização. Em alguns casos, o plantio é realizado em áreas limítrofes de Goiás, o que pode resultar em diminuição da eficiência do vazio sanitário dentro desse estado.

³ Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-07/in-06_11.pdf>.

Considerando que há uma demanda permanente por frutos de tomate para consumo fresco, haverá uma tendência do setor produtivo de suprir a demanda com um suprimento ininterrupto. O mesmo não se dá com o tomate para processamento industrial, pois a indústria poderá estar apta a processar o fruto em determinado período do ano, como se vê em países com frio intenso.

A produção de tomate é fortemente prejudicada pela ocorrência de viroses, mas também por outras doenças, principalmente aquelas causadas por fungos e bactérias. Essas doenças são mais problemáticas no período chuvoso, ou seja, entre outubro e março/abril nas principais regiões produtoras. A estratégia do vazio sanitário é, portanto, altamente benéfica também para a redução das doenças foliares (causadas por fungos e bactérias) nesse período e contribui para a melhoria da qualidade do produto e a diminuição dos custos de produção.

No que concerne à indústria, sabe-se que sua capacidade de processamento em volume de frutos não é uma característica simples de ser alterada. É dispendiosa a construção de concentradores para aumentar a capacidade de processamento, assim como são onerosas e complexas as implicações trabalhistas relacionadas a uma mão de obra sazonal e especializada. Daí a implicação do vazio sanitário em termos de sustentabilidade social e econômica. A decisão de implantar um período de vazio sanitário precisa levar em conta todos os aspectos. Idealmente, o zoneamento do plantio com calendários específicos para cada microrregião seria indicado.

Para isso, precisaria haver consenso entre todos os elos da cadeia produtiva, de comercialização e de consumo.

A implementação da IN do vazio sanitário tornou-se um instrumento importante para viabilizar o cultivo de tomateiro diante da alta incidência do mosaico-dourado do tomateiro em todas as regiões produtoras de tomate do Centro-Sul. Entretanto, a aplicação do vazio sanitário de forma isolada não garante o controle efetivo da doença, e o uso generalizado de práticas de manejo integrado de pragas é essencial para assegurar a eficácia da medida. O sucesso dessas práticas contribuiu de forma efetiva para a sustentabilidade da cultura do tomateiro na região Centro-Sul brasileira, a viabilidade econômica da exploração agrícola, o desenvolvimento social, a elevação da qualidade dos frutos de tomate, o menor custo do produto aos consumidores e ainda a manutenção de áreas de vegetação nativa, potenciais alvos de novas fronteiras agrícolas ainda não contaminadas pela mosca-branca e por virose.

Considerações finais



O vazio sanitário é uma medida eficaz no controle das begomoviroses do tomateiro cujos patógenos são transmitidos pela mosca-branca. Vários fatores interferem na medida, entre os quais estão a convivência, no mesmo ambiente, do tomateiro para fins de

mercado de mesa com o tomateiro destinado à indústria, nas principais regiões produtoras de tomate industrial, e a presença de plantas multiplicadoras de moscas-brancas em todas as épocas do ano, de culturas ou daninhas, em associação íntima com o cultivo do tomateiro. O vazio sanitário necessariamente implica restrição do período de plantio, que afeta a oferta do produto e a demanda de mão de obra. Assim sendo, a produção de tomate no Brasil envolve a participação de toda a cadeia produtiva para garantir que a adoção do vazio sanitário seja uma medida sustentável sob os aspectos econômico, social e ambiental.

Referências



BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 24 de 15 de abril de 2003. Implanta o manejo integrado de pragas do tomateiro, cultivado para processamento industrial, nas micro regiões produtoras das unidades da federação, com a finalidade de reduzir os níveis de infecção e infestação provocados pelas pragas do tomateiro. **Dário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 abr. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15 de 16 de julho de 2014. **Dário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 abr. 2014. Disponível em: < squisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/06/2014&jornal=1&pagina=33&totalArquivos=116 >. Acesso em: 20 ago. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 2 de 27 de junho de 2007. **Dário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 jun. 2007.

Literatura recomendada



ALBUQUERQUE, L. C.; VARSANI, A.; FERNANDES, F. R.; PINHEIRO, B.; MARTIN, D. P.; FERREIRA, P. T. O.; LEMOS, T. O.; INOUE-NAGATA, A. K. Further characterization of tomato-infecting begomoviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v. 157, p. 747-752, 2012.

BARBOSA, J. C.; BARRETO, S. S.; INOUE-NAGATA, A. K.; REZENDE, J. A. M. Characterization and experimental host range of a Brazilian tomato isolate of *Tomato severe rugose virus*. **Journal of Phytopathology**, v. 159, p. 644-646, 2011.

BARRETO, S. S.; HALLWASS, M.; AQUINO, O. M.; INOUE-NAGATA, A. K. A study of weeds as potential inoculum sources for a tomato-infecting begomovirus in central Brazil. **Phytopathology**, v. 103, p. 436-444, 2013.

FARIA, J. C.; BEZERRA, I. C.; ZERBINI, F. M.; RIBEIRO, S. G.; LIMA, M. F. Situação atual das geminiviruses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 125-137, 2000.

FARIA, J. C.; GILBERTSON, R. L.; HIDAYAT, S. H.; MARTINEZ, R. T.; LEONG, S. A.; FARIA, J. D.; MORALES, F. J.; MAXWELL, D. P. Differentiation of bean infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic in Brazil. **Plant Disease**, v. 75, p. 336-342, 1991.

FERNANDES, F. R.; ALBUQUERQUE, L. C.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; ÁVILA, A. C.; INOUE-NAGATA, A. K. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. **Virus Genes**, v. 36, p. 251-258, 2008.

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N. ; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. Efeito da infecção precoce por Begomovirus com genoma bipartido em

características e frutos de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.3, p. 815-818, 2005.

RIBEIRO, S. G.; AMBROZEVICIUS, L.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C.; CALEGARIO, R. F.; FERNANDES, J. J.; LIMA, M. F.; MELLO, R. N.; ROCHA, H. G. C.; ZERBINI, F. M. Distribution and genetic diversity of tomato-infecting geminiviruses in Brazil. **Archives of Virology**, v. 148, p. 281-295, 2003.

SANTOS, C. D. G.; AVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Estudo da interação de um begomovirus isolado do tomateiro com a mosca branca. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n.6, p. 664-673, 2003.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963.

WHETZEL, H. H. The terminology of plant pathology. **Proceedings of the International Congress of Plant Science**, v. 2, p. 1204-1215, 1929.



Pós-colheita e consumo
sustentável de hortaliças

Gilmar Paulo Henz

Pós-colheita e consumo sustentável de hortaliças

Resumo

A cadeia de pós-colheita dos produtos hortícolas é um complexo sistema que conecta o produtor agrícola ao consumidor final. Dependendo do tipo da hortaliça e do mercado de destino, esse sistema pode ser simples, como a venda direta aos consumidores pelos agricultores do sistema orgânico em feiras, ou bastante complexo, envolvendo várias etapas e agentes, como é o caso da batata produzida no sistema convencional. De forma simplificada, é possível descrever três componentes na fase de pós-colheita das hortaliças: produtor (colheita e preparo do produto), comercialização (transporte e comércio no atacado e no varejo) e consumidor (domicílio). Para falar de sustentabilidade na cadeia de pós-colheita é preciso entender que todas as ações, em qualquer uma das etapas, têm efeito cumulativo sobre a qualidade e a quantidade de alimento disponível para o consumidor final, porque podem gerar perdas e desperdícios. Todo esforço humano e os custos de produção e de uso de recursos naturais, como solo e água, são desperdiçados quando o produto não é consumido ou utilizado como alimento. Ao mesmo tempo, hortaliças descartadas em qualquer etapa da cadeia de pós-colheita causam aumento do preço final ao consumidor, menor disponibilidade de produto no mercado e custo ambiental, na forma de lixo orgânico. Os impactos potenciais de perdas e desperdícios de alimentos sobre a sustentabilidade de sistemas agroalimentares podem ocorrer em três níveis (micro: domicílio; meso: cadeia alimentar; e macro: sistema alimentar) e em três dimensões (econômica, ambiental e social). Para melhorar a sustentabilidade na cadeia de pós-colheita de hortaliças, é preciso mapear os sistemas de manuseio para cada produto e identificar as causas de perdas e desperdícios, que podem estar relacionadas a fatores variados, como infraestrutura (armazenamento, qualidade das rodovias, disponibilidade de energia), insumos (sementes, água, tratamentos fitossanitários), tecnologias (embalagens, manuseio, seleção/padronização, refrigeração),

comércio (informações de mercado, organização e tamanho da cadeia), finanças (acesso a crédito, custo de produção) e organização (educação/P&D, aspectos sociais/culturais). Uma etapa fundamental para garantir a sustentabilidade na cadeia de pós-colheita é a educação e a conscientização do consumidor de hortaliças, fato que pode alterar de maneira significativa as formas de produção e comercialização, com impacto direto sobre perdas e desperdícios. Na atualidade, o consumo consciente e responsável de alimentos, alinhado aos princípios da sustentabilidade, ainda é pouco disseminado na sociedade brasileira, ficando restrito aos consumidores de hortaliças produzidas nos sistemas orgânico, agroecológico e da agricultura familiar. Para os governos, o desafio é como adotar políticas públicas para conscientizar e mobilizar a sociedade sobre a relevância da redução de perdas e desperdícios de alimentos em toda a cadeia de pós-colheita e estimular a adoção de práticas cotidianas sustentáveis para todos os segmentos sociais.

Termos para indexação: sistemas de produção de hortaliças, sistemas de manuseio pós-colheita, perdas pós-colheita, desperdício de alimentos, consumo.

Postharvest chain and sustainable consumption of vegetables

Abstract

The perishables postharvest chain is a complex system that connects farmers to consumers. Depending on the type of fresh product and market, postharvest chains can be simple (as the direct trade of fresh perishables between organic farmers and consumers at street fairs), or far more complex, involving more steps and agents (as the case of potato produced in the conventional agricultural system). In a simple way, three major steps at the perishables postharvest chain can be identified: farmer (harvest and handling), trade (transport, wholesale and retail markets) and consumer (household). To address sustainability at the perishables postharvest chain, it is important to understand that all actions in any of the steps involved have a cumulative effect on the quality and quantity of food available to the final consumer, because they may lead to losses and waste. When the produce is not used for human consumption, all human labor, production costs and use of natural resources (such as soil and water) are also lost and wasted. At the same time, vegetables discarded at any step of the postharvest chain cause increase in prices to consumers, less food availability at the market and environmental costs because of organic garbage. Potential impacts of food losses and waste on the sustainability of food systems can be divided in three levels (micro: household; meso: food chain; and macro: food system) and three dimensions (economic, environmental, social). Sustainability in the vegetable postharvest chain can be increased by mapping the specific handling system for each product and identifying the causes of losses and waste, that can be linked to factors as varied as infrastructure (storage, road quality, energy availability), inputs (seeds, water, crop protection), technology (packaging, handling, sorting/grading, storage), marketing (chain length, market information), finance (production cost, access to credit), organization (education/R&D, cultural/social aspects). Consumers education and awareness can have a significant role in the sustainability of the vegetable postharvest

chain, so as to significantly change production systems and perishable trade and reduce losses and waste. At the present, responsible food consumption aligned with the principles of sustainability is still not widespread in Brazilian society, except for a small group of consumers who consciously prefer fresh fruits and vegetables produced by organic, agroecological and family farmers. For governments, the challenge is how implement public policies to enhance awareness on the importance of reducing losses and food waste along the postharvest chain and encourage the adoption of sustainable daily practices for all social segments.

Index terms: vegetable production systems, postharvest systems, postharvest losses, food waste, consumption.

Introdução



há poucos estudos sobre a aplicação dos princípios de sustentabilidade na fase de pós-colheita da cadeia produtiva de hortaliças. Uma rápida pesquisa sobre conceitos de sustentabilidade e agricultura sustentável produz termos bem conhecidos e de fácil compreensão, como equilíbrio energético, responsabilidade para com o meio ambiente, cuidados com o solo, uso racional de água, melhoria nas condições de vida das pessoas, comércio justo, mas quase nada há sobre pós-colheita.

Os sistemas agroalimentares são complexos, e o fornecimento constante de alimentos depende de vários fatores, tais como clima favorável, estímulo aos agricultores, uso de tecnologias apropriadas e mercados internacionais regulados. Atualmente, a produção agrícola é suficiente para alimentar a população mundial, sendo o principal problema o acesso das populações de determinadas regiões e países aos alimentos, conceito conhecido como segurança alimentar (*food security*, em inglês). A agricultura brasileira teve um extraordinário desenvolvimento, baseado em produtos de exportação, como soja, e o complexo carnes, açúcar e café, embora uma boa parte da população continue sem acesso a alimentos básicos. De 1970 a 2013, a produção brasileira de grãos apresentou uma expansão de quase oito vezes, resultante dos ganhos contínuos de produtividade e da incorporação de novas tecnologias (EMBRAPA, 2014).

Em termos de sistemas agroalimentares, o Brasil continua lembrando a “Belíndia”, termo cunhado

pelo economista Edmar Lisboa Bacha, que corresponderia a país fictício, ambíguo e contraditório. Nesse país, descrito em um texto publicado em 1974, conviviam leis e impostos característicos da Bélgica, país pequeno e rico, com a realidade social da Índia, nação imensa e pobre. O mesmo princípio pode ser aplicado aos sistemas agroalimentares brasileiros na atualidade, em que uma agricultura altamente desenvolvida tecnologicamente convive com uma agricultura de subsistência. Na primeira, de grande capacidade exportadora, vive uma população com acesso a uma dieta rica e diversificada; na segunda, sobrevive uma população em condição de insegurança alimentar.

Os ganhos de produtividade da agricultura brasileira permitiram que, nos últimos anos, gastos com alimentação fossem significativamente reduzidos, o que resultou em mudanças profundas na alimentação. As classes mais abastadas desfrutam de acesso ilimitado a toda sorte de alimentos, inclusive aos importados, enquanto a denominada nova classe média, dando provas de desconhecimento dos princípios básicos de nutrição, tem adotado alimentos processados e ultra-processados, resultando em dietas desbalanceadas. Para tentar reduzir o problema da fome, o governo brasileiro tem, nas últimas décadas, implementado programas sociais, como o Fome Zero e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), tendo obtido algum grau de sucesso na redução da vulnerabilidade de populações em risco de insegurança alimentar. A discussão sobre sustentabilidade na produção e na comercialização de hortaliças é bastante pertinente, principalmente para a sociedade brasileira, que tem passado por mudanças extraordinárias nas últimas décadas. Um dos fatores de maior impacto foi o acelerado crescimento da

população urbana, o que acarretou mudanças nos hábitos alimentares e nas formas de consumo de produtos hortícolas. Projeções apontam para mudanças significativas na estrutura familiar e do emprego, e o aumento na procura por alimentos de fácil preparo, essencial para a população urbana. Atualmente, a discussão ultrapassa a questão primária de acesso a alimentos por parte da população em risco de insegurança alimentar, já que novos problemas se apresentaram, como o aumento da obesidade nas camadas pobres, que tem trazido enorme impacto sobre a saúde pública. Ou seja, é necessário também contemplar a questão da qualidade dos alimentos e, principalmente, os aspectos nutricionais e nutracêuticos.

Neste artigo, vai ser apresentado um panorama de como os princípios da sustentabilidade afetam diretamente o manuseio pós-colheita das hortaliças produzidas nos sistemas convencional e orgânico, o que são e como ocorrem as perdas pós-colheita e o desperdício de alimentos, além do papel fundamental de governos, da sociedade e dos indivíduos na adoção de práticas de consumo sustentável, e seu efeito sobre sistemas agroalimentares.

Sistemas de manuseio pós-colheita



fase de pós-colheita da cadeia produtiva de hortaliças inicia-se com a colheita e termina na mesa do consumidor, abrangendo uma série de etapas e processos, que podem ser muito distintos, dependendo do tipo de

hortaliça, da região e do mercado de destino. De um modo geral, para a maior parte das hortaliças, aplicam-se processos de limpeza, classificação e padronização, embalagem, transporte e, por fim, comercialização no atacado e no varejo. Por envolver uma sequência de etapas em diferentes segmentos, que levam os produtos hortícolas da propriedade do agricultor até a mesa do consumidor, parece ser difícil aplicar princípios de sustentabilidade na cadeia de pós-colheita, principalmente para produtos agrícolas produzidos no sistema convencional, ou seja, com uso de todos os recursos tecnológicos disponíveis na agricultura atual, como fertilizantes químicos, agrotóxicos, mecanização, sistemas de agricultura de precisão, sementes híbridas e melhoradas, e até mesmo plantas transgênicas.

Para cada tipo de hortaliça (folhosas, raiz, tubérculo, flor) existe um sistema de manuseio pós-colheita distinto, resultado de diferenças no tipo de produto e no grau de perecibilidade. Outro fator importante é o valor de mercado, que define como o produto será apresentado no atacado e no varejo. No caso de hortaliças folhosas, como alface e rúcula, o preparo pode ser bem simples, passando por quatro etapas: a) colheita manual, arrancando-se as plantas e cortando-se as raízes com faca; b) eliminação das folhas externas que apresentarem algum tipo de dano, como furos, cortes, manchas escuras ou amareladas, atividade conhecida popularmente como “toalete”; c) lavagem, quando o produto é mergulhado rapidamente em água para eliminar sujeiras superficiais; e d) embalagem em caixas de plástico (HENZ et al., 2008). Além disso, pelo fato de as hortaliças folhosas serem altamente perecíveis e sujeitas a perder muita água (“murcha”), geralmente são

produzidas localmente. Já para a batata, geralmente produzida em áreas maiores e em sistema produtivo mais sofisticado, a colheita é feita primeiramente por algum tipo de equipamento, que desenterra os tubérculos, como sulcadores, arrancadores ou desenterradores. Do campo, os tubérculos são recolhidos e transportados até um galpão de beneficiamento, onde são lavados e classificados por tamanho e aparência, por meio de equipamentos próprios (HENZ; FERREIRA, 2012). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) tem normas específicas para a classificação, a padronização e a comercialização da batata (LUENGO et al., 1999). O produto é classificado em grupos, de acordo com o formato do tubérculo; em classes, de acordo com o tamanho; em subclasses, de acordo com a coloração da película e da polpa; e em tipos, de acordo com a qualidade. A batata geralmente é produzida em regiões específicas, dependendo da época do ano, como os municípios do Alto Paranaíba e a região sul de Minas Gerais, os municípios de Mucugê, BA, Cristalina, GO, Vargem Grande do Sul, SP, Guarapuava e São Mateus, PR, Água Doce, SC, Bom Jesus e Vacaria, RS, e transportada até centrais atacadistas, de onde é redistribuída ao varejo, em caminhões.

No sistema de cultivo convencional de hortaliças, o manuseio pós-colheita é realizado para ressaltar a aparência do produto, de modo que seus atributos de qualidade mais visíveis, como cor, tamanho e forma, chamem a atenção dos consumidores. Por essa razão, nos estabelecimentos de varejo (supermercados, quitandas, “sacolões”), as hortaliças são vendidas majoritariamente a granel, cabendo ao consumidor selecionar e manipular o que deseja comprar, situação

bem diferente da que se dá em outros países. Parte das hortaliças é comercializada na forma pré-emballada, como é o caso da batata e da cebola, em redinhas, do tomate tipo cereja, em cumbucas de plástico, e das hortaliças orgânicas, em bandejas de isopor, recobertas com filmes de plástico. Para atender a todos os segmentos de consumidores, as hortaliças também são comercializadas na forma minimamente processadas, ou seja, descascadas, cortadas e picadas, o que exige embalagens e refrigeração para manter a qualidade. Por sofrerem processamento, seu preço é mais elevado do que o do produto comum, que passa por preparo somente nos domicílios.

Estrategistas de marketing e comerciantes sabem muito bem que a maior parte dos consumidores “compra com os olhos”, ou seja, associando os atributos de beleza à qualidade, razão pela qual os consumidores gastam tempo escolhendo tomates perfeitos, de cor e tamanho uniformes, e sem danos. Essa é a lógica atual do comércio atacadista e varejista de hortaliças produzidas no sistema convencional: oferta de produtos padronizados e com aparência impecável.

Classificação das hortaliças



uma característica distinta da comercialização das hortaliças produzidas no sistema convencional é o sistema de classificação, que se refere à comparação de determinado produto com padrões preestabelecidos.

No Brasil, a responsabilidade normativa cabe ao Mapa. O julgamento obtido dessa comparação é que permite fazer o enquadramento do produto em grupo, classe e tipo, tornando possível uma interpretação única. Utilizar sistemas de classificação é um meio eficiente de organizar e desenvolver a comercialização de hortaliças. No Brasil, até 1999, haviam sido publicadas normas oficiais para alho, aspargo, batata, berinjela, cebola, cenoura, chuchu, pepino, pimentão e tomate (LUENGO et al., 1999). A classificação de algumas hortaliças necessita ser atualizada periodicamente para acomodar novas cultivares e alterações em relação à cor, à forma e ao tamanho.

Em 1997, foi lançado o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros, programa de adesão voluntária e de autorregulamentação direcionado para o setor de produtos hortícolas, criado a partir de decisão da Câmara Setorial de Frutas e da Câmara Setorial de Hortaliças, Cebola e Alho, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Em 2000, atendendo a demanda de outros estados brasileiros, tornou-se um programa de atuação nacional, passando a denominar-se Programa Brasileiro para a Modernização da Agricultura. O Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Cea-gesp) é, desde o início, responsável pela operacionalização do programa, que já publicou 16 normas sobre hortaliças e 13 sobre frutas. O fato de as normas serem de adesão voluntária, e não mandatárias, facilitou muito o comércio, diminuiu a necessidade de fiscalização e reduziu perdas e problemas com

inconformidades antes observadas nos mercados atacadistas.

O objetivo de classificar hortaliças é facilitar e agilizar a comercialização, para que vendedor e comprador reconheçam a qualidade da mercadoria, independentemente do seu aspecto físico. Presume-se que os principais benefícios da classificação de hortaliças são (LUENGO et al., 1999):

- Melhorar a apresentação do produto: a uniformidade das características, como tamanho, cor e forma, contribui para aumentar a atratividade do produto.
- Permitir recompensar economicamente produtos com qualidade superior, estimulando sua contínua melhoria.
- Evitar que produtos inadequados ao consumo sejam transportados e cuidados, para depois serem descartados, o que vai acarretar economia de recursos.
- Economizar tempo de negociação e manuseio do produto até chegar ao consumidor final, reduzindo perdas pós-colheita.
- Permitir conhecer a aceitação e a preferência dos consumidores, preparando-se, assim, para atender ao mercado e conseguir sucesso na comercialização.
- Melhorar o atendimento ao consumidor, que vai comprar o produto que melhor corresponda às suas expectativas.

Pelas razões acima, percebe-se que a classificação tem papel fundamental no estabelecimento de preços no mercado das hortaliças, embora seja embasada somente em aspectos cosméticos dos produtos, sem nenhuma relação direta com qualidade no sentido amplo (nutrição, inocuidade microbiológica e química). A aplicação de princípios de produção industrial (padronização e oferta contínua) à horticultura causa distorções absurdas para atender a padrões construídos artificialmente, como tamanho, cor e aparência, com incremento de custos econômicos e ambientais.

Problemas de sustentabilidade na cadeia de pós-colheita de hortaliças



As hortaliças produzidas no sistema convencional respondem por vários problemas de sustentabilidade, que surgem ao longo da cadeia de pós-colheita. O principal deles é a falta de conexão entre o produtor e o consumidor, ou seja, entre quem de fato produz os alimentos e quem os consome. Para a maioria dos produtos hortícolas, o papel primordial do agricultor é produzir, efetuar a colheita e vender. A partir da venda, sua responsabilidade, em teoria, termina, razão pela qual é difícil convencer um produtor de hortaliças a adotar sistemas de pós-colheita que permitam manter a integridade e a qualidade nutricional dos produtos, como a melhoria nos processos de colheita e de manuseio pós-colheita, o uso

de embalagens adequadas, o armazenamento e o transporte refrigerado. Qualquer alteração nesse sistema que ocasione custo adicional ou mais trabalho tem pouca receptividade entre os agricultores, ainda mais se for considerado seu limitado poder de negociação para conseguir preços justos por seus produtos entre intermediários, atacadistas e varejistas. A partir da década de 1980, os supermercados passaram a dominar o segmento do varejo, tornando-se os estabelecimentos mais importantes na comercialização de produtos hortícolas. Essa mudança alterou profundamente o sistema de negociação de preços com fornecedores e a logística de distribuição desses produtos, com o estabelecimento de centrais próprias das redes de supermercados.

Outro grave problema de sustentabilidade na cadeia de pós-colheita de hortaliças ocorre nos processos de logística, como distribuição e transporte. Como não existe produção constante de todos os tipos de hortaliças, em todos os períodos do ano e em todas as regiões brasileiras, as centrais atacadistas mais importantes, como a Ceagesp, em São Paulo, funcionam como reguladores de mercado, determinando preços para vários produtos em decorrência da grande concentração de volumes comercializados, e passando, então, a influenciar os preços em escala nacional. De São Paulo, parte desses produtos é redistribuída para outras regiões, por via rodoviária, em caminhões. Em novembro de 2015, foram divulgadas notícias de que metade dos motoristas de caminhão brasileiros utiliza drogas para conseguir cumprir com prazos de entrega. Sob o seu efeito, dirigem noite adentro, sem descanso, correndo, assim, alto risco de provocar

acidentes, além dos prejuízos para a saúde. Essa é uma situação muito comum no transporte de produtos hortícolas, considerando-se que as Ceasas começam a funcionar nas primeiras horas da manhã. Além disso, várias capitais brasileiras são abastecidas com produtos originários de São Paulo, como Belém e Porto Velho (a 3.000 km), Cuiabá (a 1.500 km), Brasília e Campo Grande (a 1.000 km).

No varejo, grande parte das hortaliças produzidas no sistema convencional é comercializada a granel, dispostas em gôndolas, sem identificação de procedência ou origem. A conservação pós-colheita das hortaliças depende de cada espécie e varia de acordo com as características da parte comestível, como folhas, raízes, tubérculos, bulbos, frutos e flores. Esse período, conhecido como “vida de prateleira”, determina a condição de venda no varejo, como o tipo de embalagem usada e a necessidade de refrigeração. Hortaliças folhosas, como alface e agrião, geralmente são produzidas em local próximo dos centros consumidores, em virtude da sua alta perecibilidade e do seu menor valor agregado. As hortaliças comercializadas a granel no varejo podem apresentar vários problemas, como danos mecânicos causados pelo excesso de manipulação, além da ausência de sistemas de rastreabilidade; eventualmente, até mesmo resíduos de agrotóxicos. Felizmente, vários estabelecimentos de varejo que comercializam hortaliças pré-embaladas apresentam um conjunto de informações relevantes no rótulo, tais como o nome e o endereço do produtor, o que o faz responsável pelo produto, tornando possível a conexão com os consumidores.

Sistemas de produção orgânico e agroecológico e agricultura familiar



s sistemas de produção orgânico e agroecológico, por definição, incorporam vários preceitos de sustentabilidade, inclusive no segmento de pós-colheita e comercialização, mas, ainda assim, podem ser aprimorados. Quando são atendidos consumidores bem informados, muitas das etapas envolvidas na cadeia produtiva de hortaliças produzidas no sistema convencional são eliminadas, como classificação, transporte a grandes distâncias e comercialização no atacado. Assim, é possível reduzir custos associados à logística e à comercialização, além de reduzirem-se as “pegadas de carbono” do produto. A padronização e a classificação, tão importantes na comercialização das hortaliças no sistema convencional, não são aplicadas com o mesmo rigor nos demais sistemas de produção, assim como processos de limpeza mais sofisticados, que demandam gastos com equipamentos, água, energia e mão de obra. Outra diferença é a racionalização na utilização de embalagens, como caixas e sacolas de plástico, caixas de papelão e de madeira, bandejas de isopor e filmes de PVC. Por questões de logística e de custos, nem sempre é possível reaproveitar ou reciclar embalagens das hortaliças produzidas no sistema convencional. Produtores e consumidores de produtos hortícolas dos sistemas orgânico e agroecológico e da agricultura familiar, preocupados com essa questão, reutilizam as embalagens, como sacolas de feira, em vez de sacolas de plástico descartáveis.

Outro ponto importante para a sustentabilidade dos sistemas de produção orgânicos e agroecológicos e da agricultura familiar é a valorização da produção e da comercialização local, sem necessidade de transportar os produtos a grandes distâncias, como acontece com muitas frutas e hortaliças produzidas no sistema convencional. Dessa maneira, eliminam-se custos adicionais decorrentes do transporte a média e longa distância, como mão de obra, combustíveis fósseis, embalagens e perdas pós-colheita. Outro fator benéfico para a cadeia de pós-colheita é a rapidez da comercialização, evitando-se custos com armazenamento refrigerado e outras tecnologias que dependem de equipamentos e que consomem energia.

A comercialização em feiras, em dias previamente programados, é vantajosa para produtores e consumidores, prevenindo e reduzindo uma série de problemas que ocorrem no sistema convencional, como as perdas pós-colheita, considerando a alta perecibilidade da maior parte das hortaliças. Outra vantagem conferida por esse sistema é o vínculo que se cria entre quem produz e o consumidor, os quais, assim, podem interagir direta e pessoalmente, conectando o meio rural ao urbano. Sendo direta a comercialização entre eles, dispensa a presença de intermediários. Em consequência, remunera melhor o produtor.

Para todos esses sistemas, a organização em associações de produtores e cooperativas é outro efeito positivo porque permite maior escala na oferta de produtos e defesa de interesses comuns, principalmente na comercialização e no processamento de produtos hortícolas.

Perdas pós-colheita e desperdício de alimentos



elevado índice de perdas pós-colheita de produtos hortícolas, um dos graves problemas enfrentados na área, está intrinsecamente conectado com o valor de mercado das hortaliças baseado na aparência dos produtos. A partir da década de 1970, vários levantamentos de estimativas de perdas pós-colheita foram feitos no Brasil, a maior parte pela aplicação de questionários. Os percentuais variaram muito, conforme o produto, a época e a região. De um modo geral, considera-se que as perdas situam-se em torno de 35% para hortaliças (VILELA et al., 2003). Graças a esses levantamentos, foi identificada uma boa parte das causas das perdas, muitas vezes associadas a fatores extrínsecos aos produtos, como excesso de oferta e longos períodos transcorridos entre a colheita e o consumo.

Os conceitos de “perdas pós-colheita” e “desperdício de alimentos” sofreram evolução nos últimos anos. A perda pós-colheita está associada àquelas hortaliças que não são destinadas ao consumo em razão da depreciação da qualidade do produto, decorrente de deterioração ocasionada por cortes, amassamentos, podridões e outros fatores. Já o desperdício de alimentos se refere àqueles produtos que, estando ainda em boas condições fisiológicas, são desviados do consumo para o lixo. Essa situação pode ser ilustrada de várias maneiras: pelas sobras de refeições nos pratos, em domicílios e restaurantes; pelo aproveitamento parcial de frutos, raízes e folhas; pelo descarte dos

produtos in natura com boas condições físicas, em razão do vencimento do prazo de validade estipulado; e até mesmo pela falta de outras formas de aproveitamento (FAO, 2014; VILELA et al., 2003).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (2014) faz a seguinte distinção entre perda e desperdício de alimentos:

“Perda de alimentos” é a redução não intencional de alimentos disponíveis para o consumo humano, que resulta de ineficiência na cadeia de produção e abastecimento: infraestrutura e logística deficientes, falta de tecnologia e insuficiência em competências, conhecimentos e capacidade de gerenciamento. Ocorre principalmente nas etapas de produção, pós-colheita e processamento. Por exemplo, quando o alimento não é colhido no devido tempo, ou é danificado durante o processamento, o armazenamento ou o transporte.

Entende-se por “desperdício de alimentos” o descarte intencional de itens próprios para a alimentação, devido ao comportamento de comerciantes e consumidores.

Na Tabela 1, estão listados exemplos de impactos potenciais de perdas e desperdícios de alimentos sobre a sustentabilidade de sistemas alimentares, de acordo com o documento produzido pelo *Painel de Alto Nível de Especialistas em Segurança Alimentar e Nutricional*, que faz parte do Comitê de Segurança Alimentar da FAO (HIGH..., 2014). Os impactos potenciais podem ocorrer em três níveis (micro: domicílio ou empreendimento individual; meso: cadeia alimentar; macro: sistema alimentar e além) e em três dimensões (econômica, ambiental e social). Tomando-se o nível básico – o domicílio –, é fácil compreender

os efeitos negativos de perdas e desperdícios na economia das famílias, as quais despendem somas consideráveis na aquisição de alimentos, os quais serão descartados e transformados em lixo orgânico, que, por sua vez, afetará o meio ambiente e a saúde humana quando não tratado adequadamente.

Tabela 1. Exemplos de impactos potenciais decorrentes de perdas e desperdícios de alimentos sobre a sustentabilidade de sistemas alimentares.

Nível/dimensão	Econômico	Social	Ambiental
Micro: domicílio ou empresa individual	- Gasto considerável, pelo comércio e pelos consumidores, em alimentos que não serão vendidos ou consumidos	- Redução de salários - Redução do poder de compra dos consumidores, para a compra de alimentos - Falta de produtos	- Aumento da quantidade de lixo e do desperdício - Contaminação de indivíduos em áreas rurais e urbanas
Meso: cadeia alimentar	- Desbalanço no fluxo de produção e necessidade de mais investimentos para a construção de silos e armazéns para estoques intermediários - Redução de lucro - Ineficiência na cadeia de suprimentos - Custo do descarte e do tratamento do lixo	- Baixa produtividade laboral - Dificuldades de fazer planejamento, por parte das empresas	- Multiplicação de aterros sanitários
Macro: sistema alimentar	- Esforço econômico desperdiçado - Investimento público pouco produtivo em agricultura e infraestrutura - Redução nos recursos financeiros para investimento em outras áreas	- Aumento do preço de alimentos e dificuldades de acesso a alimentos - Aumento do número de pessoas abaixo da linha da pobreza	- Pressão sobre os recursos solo e água - Emissão de gases de efeito estufa - Ocupação de florestas e áreas de conservação - Aumento de gastos em energia não renovável

Fonte: High... (2014).

A identificação das causas de perdas pós-colheita de produtos perecíveis pode ser decomposta em sete categorias: infraestrutura, comercial, tecnológica, finanças, refrigeração, organização e insumos. E, por meio de uma análise detalhada das subcategorias, compreendem-se as razões pelas quais os países desenvolvidos têm baixos níveis de perdas pós-colheita: seus sistemas e cadeias são mais sofisticados, têm melhor infraestrutura, os mercados são mais organizados e se faz elevado uso de tecnologias (GOGH et al., 2013).

Segundo a FAO (2014, 2015), a América Latina e o Caribe são autossuficientes na produção de alimentos, e a região tem papel fundamental como exportador de produtos agroalimentares. Embora a produção de alimentos gere excedentes, as perdas e os desperdícios de alimentos impactam os sistemas agroalimentares, repercutindo em prejuízos para a segurança alimentar e nutricional, expressos em:

- a) Redução da disponibilidade local e mundial de alimentos, afetando, conseqüentemente, a saúde e a nutrição da população.
- b) Queda na renda de produtores e comerciantes, e dificuldade de acesso a alimentos por parte dos consumidores, em virtude da contração de mercado e da alta de preços geradas pelas perdas e desperdícios.
- c) Impacto negativo sobre o meio ambiente, decorrente da utilização não sustentável de recursos naturais, o que, por sua vez, afeta a produção de alimentos, atual e futura, além de gerar descartes.

A FAO (2014) propõe as seguintes estratégias para a redução de perdas e desperdícios de alimentos:

- Investir em tecnologia, inovação e capacitação em compilação de dados.
- Implementar boas práticas e investir em infraestrutura e em capital para melhorar a eficiência dos sistemas agroalimentares.
- Estabelecer normas, incentivos e alianças estratégicas.
- Criar campanhas de sensibilização para cada um dos atores da cadeia alimentícia, a exemplo da iniciativa global Save Food.

Consumo sustentável: dever de todo cidadão



este artigo, a expressão “consumo sustentável” é interpretada conforme definição de Reisch et al. (2013), para quem o consumo sustentável de alimentos é aquele que é seguro e saudável, em quantidade e qualidade. Ademais, os alimentos devem ser obtidos por meios econômicos, sociais, culturais e ambientalmente sustentáveis. Enfim, trazendo benefícios para o indivíduo, a sociedade e o planeta.

A encíclica papal *Louvado seja – Sobre a cura da casa comum (Laudato sí – Sulla cura della casa comum)*, anunciada pelo Papa Francisco, em junho de 2015, conclama a humanidade a tomar consciência da necessidade de realizar mudanças no estilo de vida, de

produção e de consumo, rechaçando o capitalismo selvagem e o consumismo, responsáveis pela degradação ambiental. A encíclica é extremamente oportuna em um momento em que a divisão social no mundo aprofunda-se, a exemplo das graves crises humanitárias na África e em partes da Ásia, sem falar de tragédias ambientais, cada vez mais comuns. O forte desenvolvimento econômico de alguns países asiáticos, o significativo aumento de uma nova classe média e mudanças no padrão de consumo de alimentos têm tido efeito direto sobre o preço de alguns produtos agrícolas no mercado internacional, como carnes, trigo, açúcar e lácteos.

No Brasil, nas últimas décadas, as mudanças na produção e no consumo de hortaliças produzidas pelos sistemas orgânico e agroecológico, e também pela agricultura familiar, resultaram de transformações no comportamento de uma parte da população, que representa uma fatia ínfima da sociedade, embora significativa do ponto de vista de mercado. Hortaliças produzidas pelo sistema convencional ainda respondem pela maior parcela do abastecimento em escala nacional e são facilmente encontradas em estabelecimentos de varejo.

Sob a iniciativa de alguns ministérios, como o da Saúde e o do Desenvolvimento Social, várias campanhas vêm sendo tomadas para incentivar uma alimentação saudável. Uma das mais relevantes é a limitação da propaganda de alimentos processados, proposta pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea). Apesar da boa intenção do conselho, os alimentos processados e ultraprocessados continuam sendo intensamente consumidos, haja vista

a grande oferta desses produtos em bairros populares, seu preço acessível e a facilidade de preparo e consumo. Some-se a isso o forte poder de persuasão da mídia televisiva. O incentivo ao consumo de frutas e hortaliças originárias de sistemas sustentáveis de produção parece estar muito distante desse segmento da população, que parece mais interessado em consumir produtos industrializados, como refrigerantes e embutidos.

O Mesa Brasil Sesc é uma rede nacional de bancos de alimentos contra a fome e o desperdício, cujo objetivo é contribuir para a promoção da cidadania e a melhoria da qualidade de vida de pessoas em situação de pobreza, por uma perspectiva de inclusão social. Trata-se essencialmente de um programa de segurança alimentar e nutricional, baseado em ações educativas e de distribuição de alimentos excedentes ou fora dos padrões de comercialização, mas ainda próprios para consumo (SESC, 2015).

A cultura do desperdício no Brasil

A cultura do desperdício, tão comum na sociedade brasileira, parece ter se originado de vários fatores, como a abundância de recursos naturais e o fato de o território brasileiro não ser palco de guerras e catástrofes naturais. As recentes crises de água e energia demonstraram a falta de consciência da população sobre o uso racional da água e da eletricidade, e o despreparo governamental em identificar as causas e apontar soluções viáveis para o consumo consciente e sustentável. O mesmo se aplica ao desperdício de alimentos, um tema que só vem à tona, inclusive na mídia, em períodos de crise e carestia.

O combate ao desperdício de alimentos no âmbito doméstico, em todos os segmentos sociais, deve fazer parte de uma grande campanha de conscientização nacional. Para a classe média brasileira, as opções de compra de frutas e hortaliças nunca foram tão variadas, juntando-se a produção nacional com os produtos hortícolas de importação, o que produz uma combinação imensa de itens, que ignora problemas com a entressafra ou com a descontinuidade na oferta.

Até a década de 1980, a oferta de algumas frutas e hortaliças era marcadamente sazonal. No Rio Grande do Sul, por exemplo, a produção de melancia e melão só era possível no verão. Os frutos eram comercializados em estradas, praias e no varejo em geral. Os consumidores gaúchos estavam acostumados com a sazonalidade da produção local; aliás, esses frutos pareciam combinar com a estação mais quente. Atualmente, no rigor do inverno, é possível comprar uma grande variedade de frutas tropicais, como melão, manga e mamão. Muitas são produzidas na região Nordeste, e são transportadas e comercializadas na Ceagesp, em São Paulo. Da capital paulista, são redistribuídas para todo o território nacional. Para o atual consumidor brasileiro, o conceito de fruta ou hortaliça da estação ou da safra acabou diluído graças a uma oferta constante dos produtos.

Os consumidores brasileiros não têm, ademais, a menor ideia do custo ambiental (as famosas “pegadas de carbono”) que implica o ato de consumir frutas e hortaliças fora de estação, importadas ou, então, produzidas e transportadas a longas distâncias por caminhões. Os hábitos alimentares e o tipo de alimentos consumidos estão intrinsecamente ligados à produção de dióxido de carbono.

Comida: feirinha agroecológica ou aplicativo do IFood?

O paradoxo da alimentação no mundo atual é representado por um quadro em que, de um lado, há consumidores com bom poder aquisitivo, a quem é dada a possibilidade de múltiplas escolhas de alimentos, e, de outro, há populações inteiras expostas à condição de insegurança alimentar. Ademais, outro problema se acrescenta: como ter uma alimentação mais saudável quando o universo inteiro conspira contra isso, com anúncios apelativos e facilidades de consumo? Frequentemente, conhecimento e informação não são suficientes para resistir a uma avalanche de doces, sobremesas, sanduíches e toda sorte de comida processada, rica em gordura, carboidratos, etc. Para constatar essa afirmação, basta analisar nossos próprios hábitos alimentares, nosso comportamento em supermercados e restaurantes, nossa geladeira...

Mudanças de hábitos alimentares começam pela conscientização dos indivíduos e, depois, do núcleo familiar. O grande desafio parece ser como alcançar outros segmentos da sociedade.

Para uma boa parte da classe média brasileira, os valores aplicados na compra de roupas e outros itens supérfluos estão se estendendo aos alimentos. Isso explica o fascínio por produtos considerados sofisticados, a maior parte importados, como queijos e vinhos, e que inclui endívia, aspargos, cogumelos, peras, romãs e até frutas cítricas importadas. Outro fator responsável pelo desperdício doméstico de alimentos é o estilo de vida das famílias, em que, como os chefes de família trabalham fora, as refeições da prole acabam sendo preparadas por terceiros.

Um estudo recente (PORPINO et al., 2015), realizado em São Paulo, demonstra um aparente paradoxo

em relação ao desperdício de alimentos em famílias de baixa renda. Uma descoberta inesperada! Foram identificados cinco comportamentos que causam desperdício: compra excessiva, preparo abundante, alimentação de um animal de estimação, sobras não aproveitadas e conservação inadequada de alimentos. Compras mensais e em grande quantidade, seguidas pelo preparo de porções em excesso, foram as causas principais de descarte, o que demonstra a necessidade urgente de educação e informação nutricional em todos os segmentos sociais no Brasil.

Políticas públicas e consumo sustentável



Uma das discussões mais interessantes da atualidade é o papel de governos e a adoção de políticas públicas sobre modelos de produção agrícola e consumo de alimentos. No Brasil, várias iniciativas governamentais foram adotadas nos últimos anos para reduzir a insegurança alimentar e melhorar o acesso de parte da população a uma alimentação mais nutritiva da população, como Fome Zero, Programa de Aquisição de Alimentos e Mesa Brasil (Sesc), e a instalação de bancos de alimentos e restaurantes comunitários em algumas regiões. Entretanto, o combate ao desperdício de alimentos não está sendo considerado como política pública.

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) são

as principais organizações internacionais a ocuparem-se da difusão da implementação de políticas públicas para a redução de perdas e desperdícios de alimentos e para a formação de um consumo sustentável. Nos Estados Unidos e em alguns países europeus, foram desenvolvidas campanhas, de iniciativa pública e privada, no propósito de reduzir as perdas e os desperdícios de alimentos, como informam os exemplos seguintes:

- Campanha da Fruta Feia: movimento que, para desmistificar a questão da aparência-padrão recomendável para produtos hortícolas, adotada na sua comercialização – como tamanho, formato e cor uniformes –, sugere sua substituição por outros valores, como qualidade nutricional e modo de produção. A maneira convencional de comercialização de frutas e hortaliças obedece a rígidos sistemas de classificação desses produtos, que vão determinar seu valor de mercado. Os produtos fora do padrão comercial, isto é, que apresentam formato irregular, tamanho e grau de maturação distintos, normalmente são descartados, ou destinados ao processamento, ou, então, são comercializados a um preço inferior. Se todos os tipos de produtos são ofertados no mercado, independentemente de sua aparência, como acontece nos produtos orgânicos, a tendência é de aumentar a oferta, o equilíbrio de preços e a redução de perdas pós-colheita em toda a cadeia, até mesmo com impacto para os produtores rurais, que poderão melhorar a renda e tornar

sua produção mais sustentável. Na Campanha da Fruta Feia, os produtos fora do padrão são vendidos mais baratos.

- Aplicação de pena aos supermercados que praticarem o desperdício. Recentemente, a França adotou multas para supermercados com área superior a 400 m² que descartam alimentos. Para não sofrerem punição estabelecida por lei, os estabelecimentos deverão se comprometer a doar alimentos não comercializados, mas ainda em condições de serem consumidos, para instituições de caridade, para uso como ração animal ou para a formação de compostagem agrícola.
- Pensar. Comer. Conservar. Diga Não ao Desperdício: campanha global do Pnuma e da FAO, iniciada em 2013, que apresenta uma série de dicas simples de como evitar desperdícios, reduzir impactos ambientais e poupar recursos. É também uma plataforma para a troca de informações e experiências sobre o tema.
- Save Food: iniciativa conjunta da FAO, do Pnuma, do Grupo Messe Düsseldorf (plataforma de exportação) e da Interpack (importante feira da indústria de embalagens), que periodicamente reúne empresários, políticos e pesquisadores, para estimular o diálogo e encontrar soluções para a redução de perdas na cadeia de valor dos alimentos. A última reunião ocorreu na sede da Nestlé, em Vevey, Suíça, em 11 e 12 de maio de 2015.

- Slow Food: ao contrário do que a tradução para o português parece sugerir, não se trata de alimentar-se lentamente. Slow Food é uma proposta de uma nova gastronomia, em clara oposição ao onipresente sistema global de fast food. O fundador do movimento, Carlo Petrini, delega ao gastrônomo uma nova função, a de “coprodutor”, ou seja, alguém que conheça em profundidade a agricultura e a pecuária, as condições dos trabalhadores do campo e a procedência dos alimentos, e não o alienado elemento final da cadeia de produção dos alimentos (PETRINI, 2009).
- No Brasil, uma série de exigências legais e a possibilidade de imposição de penalidades civis e criminais levaram a uma situação surreal: sobras de alimentos de bares e restaurantes são descartadas, e não doadas, como se faz em outros países. Quatro propostas de projetos de lei sugerindo modificações nas normas que regulamentam doações e evitam desperdícios de alimentos se encontram em tramitação no Senado Federal (agosto de 2016), reunidas em uma única relatoria, a cargo do senador Laisier Martins (PEIXOTO; PINTO, 2016). O Decreto-Lei nº 986 (BRASIL, 1969) prevê a permissão de reutilização dos alimentos, desde que garantida sua qualidade. Isso pode significar o fim de uma situação absurda que, na prática, acaba impedindo a doação de sobras de alimentos ainda próprios para consumo.

Consumo sustentável



consumidor de produtos hortícolas pode modificar radicalmente seus hábitos, no propósito de cooperar para o equilíbrio da cadeia agroalimentar, ao adotar as seguintes atitudes:

- Preparar a própria comida, evitando, na medida do possível, o consumo de alimentos processados e ultraprocessados.
- Planejar cuidadosamente a lista de compra de alimentos e os cardápios, de forma a comprar só o que será consumido.
- Adquirir frutas e hortaliças produzidas localmente, que, geralmente, são mais frescas e baratas.
- Evitar comprar por impulso.
- Verificar a data de validade dos produtos ou a data de embalagem no caso de hortaliças pré-embaladas.
- Armazenar adequadamente as hortaliças no ambiente doméstico, na gaveta da geladeira, mantendo as hortaliças folhosas em sacos de plástico fechados, para evitar a desidratação.
- Manter uma lista atualizada das hortaliças adquiridas e a data da compra na porta da geladeira para evitar desperdícios.

- No caso de hortaliças produzidas nos sistemas orgânico e agroecológico, aproveitar integralmente todas as partes das plantas, como folhas de cenoura e beterraba, talos e folhas de brócolos, sementes, cascas, etc.
- Ser mais criativo no preparo das refeições, aproveitando sobras e produtos com data de validade prestes a expirar, para evitar desperdícios.
- No caso de refeições feitas fora de casa, dar prioridade a restaurantes a quilo e colocar no prato somente o que será efetivamente consumido.
- Em restaurantes convencionais, com cardápio, compartilhar porções grandes ou levar para casa aquilo que não for consumido, atitude muito comum em vários países (*doggy bag*).
- Comer menos e tentar ter uma alimentação mais equilibrada, contemplando os principais grupos de alimentos.

Considerações finais



e um modo geral, a produção e o consumo de alimentos na atualidade não obedecem aos princípios de sustentabilidade. Há, então, forte tendência de que esse desregramento venha, no futuro, a resultar

em graves problemas de abastecimento, considerando, principalmente, um contexto de intensas mudanças demográficas e forte crescimento da população mundial. Os sistemas agrícolas passarão a enfrentar desafios crescentes para manter e ampliar os níveis atuais de produção de alimentos, em razão das mudanças climáticas, dos conflitos de terras e de outros problemas relacionados ao uso intensivo de insumos e recursos naturais. As principais causas da falta de sustentabilidade dos sistemas agroalimentares derivam do estilo de vida moderna, substanciado em vários fatores: a) na industrialização; b) na globalização da agricultura e do processamento de alimentos; c) em mudanças de hábitos de consumo de alimentos, expressas em dietas ricas em proteína animal; e d) na predominância de alimentos processados e ultraprocessados.

Sugere-se, então, que uma nova fórmula, mais factível, seja utilizada para garantir um certo grau de sustentabilidade aos sistemas agroalimentares. Em vez de investir no constante incremento da produção agrícola – o que implica uso intensivo de recursos naturais e adoção de tecnologias cada vez mais caras e sofisticadas –, que muitas iniciativas sejam direcionadas a reduzir as perdas na cadeia de pós-colheita e no desperdício de alimentos, em todas as etapas, a começar da doméstica. No caso das hortaliças, a conscientização dos consumidores poderá impactar positivamente todos os sistemas de produção em favor da adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

Referências



BRASIL. Decreto-lei nº de 21 de outubro de 1969. Institui sobre normas básicas de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 out. 1969.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 54 p.

FAO. **Pérdidas y desperdício de alimentos en América Latina y Caribe**. Santiago: FAO, 2014. 9 p. (Boletín, 1).

FAO. **Pérdidas y desperdício de alimentos en América Latina y Caribe**. Santiago: FAO, 2015. 31 p. (Boletín, 2).

GOGH, B. van; ARAMYAN, L; SLUIS, A. van der; SOETHOUDT, H; SCHEER, F. P. **Feasibility of a network of excellence postharvest food losses**. Wageningen: Food and Biobased Research, 2013. 128 p. (Report, 1402).

HENZ, G. P.; CALBO, A. G.; MALDONADE, I. R. **Manuseio pós-colheita de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 12 p. 2008. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 38).

HENZ, G. P.; FERREIRA, M. D. Manuseio pós-colheita de batata: evitar perdas para otimizar lucros. **Informe Agropecuário**, v. 33, p. 92-96, 2012.

HIGH level panel of experts on food security and nutrition on world food security. Food losses and waste in the context of sustainable food systems. Roma: FAO, 2014. 116 p. (Report, 8).

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; LANA, M. M.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. **Classificação das hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1999. 61 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 22).

PEIXOTO, M.; PINTO, H. S. **Desperdício de alimentos:** questões socioambientais, econômicas e regulatórias. Brasília, DF: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, fevereiro/2016. (Boletim Legislativo, 41). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 15 jul. 2016.

PETRINI, C. **Slow food:** princípios da nova gastronomia. São Paulo: Senac, 2009. 245 p.

PORPINO, G.; PARENTE, J; WANSINK, B. Food waste paradox: antecedents of food disposal in low income households. **International Journal of Consumer Studies**, v. 39, n. 6, p. 619-629, 2015. DOI:10.1111/ijcs.12207.

REISCH, L.; EBERLE, U.; LOREK, S. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. **Sustainability: Science, Practice & Policy**, v. 9, n. 2, p. 7-25, 2013.

SESC. **O Mesa Brasil SESC.** Disponível em: <<http://www.sesc.com.br/mesabrasil/omesabrasil.html>>. Acesso em: 15 maio 2015.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n 3, p. 141-143, 2003.



A agroecologia no Brasil:
magia, autoengano e ação política

Zander Navarro

A agroecologia no Brasil: magia, autoengano e ação política

Resumo

Particularmente no presente século, a agroecologia tem se expandido em diversos âmbitos institucionais brasileiros. Este artigo discute dois ângulos centrais associados ao termo: a possibilidade de representar um novo modelo tecnológico, que possa ser concretizado nas atividades agropecuárias, ou, então, uma nova ciência, que estaria emergindo neste século. Argumenta-se que nenhuma das possibilidades é verdadeira e, assim, a seção final deste artigo sugere que, no Brasil, a agroecologia somente pode estar respondendo a uma ação política cuja motivação é principalmente anticapitalista.

Termos para indexação: agroecologia, agroecologia e modelo tecnológico, agroecologia e ciência.

Agroecology in Brazil: magic, self-deception and political action

Abstract

In particular over the years of the current century, agroecology has expanded in Brazil in several institutional spaces. This article discusses two central aspects related to the word “agroecology”: either its capacity of representing a new technological model that could be materialized in agricultural activities or a new science that could be emerging in the period. It is argued that neither of these two alternatives is true. Thus, the final section of the article suggests that, in the case of Brazil, agroecology may only be the manifestation of a political action whose motivation is especially anti-capitalist in its nature.

Index terms: agroecology, agroecology and technological model, agroecology and science.

Introdução



compreensível do ponto de vista cultural, e talvez possa ser explicado sociologicamente, em face de nossa história lenta (MARTINS, 1994), que as narrativas coletivas sobre a sociedade e seus contextos conjunturais observem ondas periódicas, como os movimentos do mar, repetindo o ciclo de ir e voltar, surgir e depois desaparecer. Seriam os regulares e sequenciais momentos nos quais surgem terminologias novas, justificativas e até supostas teorizações, as quais passam a ser repetidas e exercer variada influência. Vencido aquele período, cujo ciclo pode ser breve ou longo, aquelas palavras perdem seu impacto e podem até mesmo deixar de ser utilizadas. Em uma sociedade na qual o processo de urbanização é relativamente recente e a escolaridade só se universalizou nas últimas duas ou três décadas, mas abafada, antes dessas mudanças, por padrões de dominação e desigualdade social, que restringiram a disseminação da informação e a educação dos cidadãos, esse fato social não deveria causar surpresa. Tome-se como exemplo a expressão “exclusão social”, que emergiu com maior força na década de 1990 e, rapidamente, movida pelo combustível das disputas partidárias, logo se tornou jargão corriqueiro e quase obrigatório. Posteriormente, foi incorporada ao cotidiano e ao senso comum e naturalizou-se, sem que a maior parte dos cidadãos se desse conta do seu significado preciso. Como a expressão sugere, com alguma obviedade, algo próximo ao estranhamento, às formas de discriminação ou a alguma noção vaga de injustiça,

“exclusão social” passou a ser empregada irrestritamente, perdendo quase completamente a sua intenção original e banalizando-se.

Outros termos, no entanto, emergem periodicamente, produzem algum impacto, mas não permanecem incorporados ao palavreado dominante, ilustrando a referida metáfora das ondas na linguagem. Não retornando a tempos mais remotos para resgatar ilustrações a respeito, os exemplos atuais seriam inúmeros, como “empoderar”, uma palavra importada que não se ajustou bem às nuances da língua portuguesa. Ou aquelas que vieram para ficar, como “neoliberalismo” e “movimentos sociais”, utilizadas por todos, mas com os respectivos significados relativamente desconhecidos, provavelmente até pela maioria daqueles que as utilizam. A expressão “movimentos sociais”, por exemplo, nasceu com o próprio surgimento da Sociologia, no século 19, e apoia-se em vasta literatura, mas tem sido utilizada como se sinônimo fosse de “ajuntamento de pessoas protestando”, sem distinguir-se de simples “reações sociais”, espontâneas e esporádicas, ou de “organizações sociais e políticas”, que são formalizadas e hierárquicas. Por isso, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), que foi em seus primórdios um típico movimento social, há muitos anos transmutou-se em organização política, sem que essa percepção pareça ter alguma importância nos debates nacionais e na sua corriqueira e persistente designação como movimento social.

No campo da ação humana intitulada “agricultura”, incluindo aí os diferentes grupos sociais a ela

relacionados, direta ou indiretamente, vem se expandindo rapidamente uma nova palavra – “agroecologia”. É fenômeno que também surgiu na década de 1990, embora sua expansão mais conhecida venha ocorrendo neste século, ainda que seja palavra que apenas sugere seu significado, sem que ninguém, de fato, possa defini-la com exatidão. Com frequência, em face do possível significado que intuitivamente as pessoas associam à palavra (literalmente, uma agricultura ecológica, especialmente não contaminada com agroquímicos e que seria mais sustentável), o senso comum tem recebido com simpatia a repetição de seu uso, sem que exista a exigência de explicitação de seu conteúdo. Em consequência, em ambientes de informação rarefeita, cultura vaporosa e instituições científicas e acadêmicas de relativa imaturidade, como o caso brasileiro, tem prosperado a multiplicação de seu uso, até mesmo em instituições em princípio improváveis, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ou a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Pois essas organizações públicas saberiam, de fato, o que conceitua a palavra agroecologia? Se não, conforme apontam todas as evidências, como esses braços do Estado brasileiro alocam recursos, financeiros e humanos para uma destinação que é vazia de significado?¹

¹ A Embrapa aprovou, por exemplo, o inacreditável livro *Marco referencial em agroecologia* (EMBRAPA, 2006), discutido em Navarro (2013). O CNPq vem lançando diversos editais para incentivar “pesquisas em agroecologia”, nos quais jamais se define o significado da palavra. Já a Capes, para pasmo generalizado, vem aprovando diversos cursos, inclusive em pós-graduação, sobre “agroecologia” – cursos sem nenhuma problemática prática ou científica. Como explicar tais decisões?

Assim, o nascimento e, sobretudo, a expansão do termo agroecologia parecem ser mais um daqueles fenômenos linguísticos ilustrativos do padrão ciclotímico antes citado. Resta saber se será uma palavra que estaria chegando “para ficar”, embora desprovida de qualquer precisão conceitual, ou se, pelo contrário, representará mais um termo que também experimentará uma face cíclica e, posteriormente, perderá sua influência.

Este artigo pretende discutir brevemente três aspectos que estão associados à emergência e à multiplicação do termo no Brasil. Primeiramente, o mais óbvio deles: no senso comum ora dominante, agroecologia sugere uma “agricultura diferente” (em relação ao padrão que é chamado de “agricultura moderna”, que é o modelo dominante) e, em especial, um formato técnico-organizacional da agricultura que pretenderia ser mais ecológico e sustentável. Enfim, um novo modelo, o qual permitiria estruturar as atividades agropecuárias de outra forma. Em consequência, a primeira seção apenas comenta a pergunta: existiria esse modelo tecnológico agroecológico?

A segunda seção analisa, também com brevidade, outro aspecto, que tem sido difundido com frequência, pois acrescentaria maior legitimidade à nova palavra. A agroecologia, assim propalada, seria uma ciência emergente, ou uma ciência em formação? É possível que assim seja? Evidentemente, essa é uma possibilidade em aberto em qualquer campo onde os humanos operam, pois problemáticas científicas surgem regularmente e, em muitos casos, animam o surgimento de subcampos disciplinares e até mesmo novos campos propriamente científicos.

Ciência é, por definição, uma operação humana em constante evolução e jamais poderá ser ancorada em dogmas imobilizadores – ou não será ciência. Por isso, a afirmação sobre essa potencial nova ciência, em si mesma, não representa nada que deveria surpreender.

Dando continuidade à discussão, cabe perguntar se a agroecologia apresenta, de fato, em seus desenvolvimentos contemporâneos, algum aspecto que a identifique com as práticas e os cânones usuais da ciência. Nesse caso, contudo, as respostas são desanimadoras, pois aquela proposição sobre a emergência de uma nova ciência agroecológica ainda se situa no campo de uma retórica bastante superficial.

Finalmente, a terceira seção propõe uma explicação para esse bizarro fenômeno ora observado no Brasil: não sendo a agroecologia uma proposta tecnológica destinada a substituir o formato organizacional que atualmente sustenta a agropecuária, pois não existe esse novo modelo técnico-produtivo, e também não sendo um emergente campo científico, o que seria, então? Nesta seção, repetindo um argumento já analisado (NAVARRO, 2013), sugere-se que a agroecologia não passa de uma ação política bem organizada (e até aqui bem-sucedida), a qual tem sido até mesmo capaz de manipular agências e organizações estatais, como as citadas, que não têm percebido ser esse o único e verdadeiro significado do termo e suas implicações. Ou, então, o que seria extremamente grave, seriam partes do Estado que, pelo contrário, teriam percebido esse objetivo exclusivamente político, mas não desenvolveriam reações contrárias.

Ou seja, teriam sido coniventes com os objetivos meramente políticos (e partidários) da agroecologia e suas manifestações concretas no Brasil.

Agroecologia é um modelo tecnológico?



e o senso comum e a intuição apontam que o novo termo deve estar propondo uma estruturação tecnológica distinta para as atividades produtivas agropecuárias, uma consequência imediata diz respeito à explicitação do padrão técnico ou o modelo tecnológico que sustentaria aquelas atividades, embora seguindo outra lógica. E esse padrão seria diferente, claro, em relação ao modelo dominante, convencionalmente chamado na literatura de “agricultura moderna”, entre outras designações de menor uso corrente. A agricultura moderna é um padrão hoje plenamente estabelecido, não apenas em termos práticos, ou seja, em relação ao seu uso pelos produtores rurais, nos diversos ramos produtivos. Mas também no tocante ao que significaria em nossos dias uma “compreensão social sobre a agropecuária”, o que tem consequências abrangentes, seja em termos das políticas governamentais ou da ação dos agentes privados relacionados a esse setor, seja em termos do aprendizado sobre isso (os cursos de Agronomia, por exemplo), ou, então, no que diz respeito às instituições de pesquisa – como é a Embrapa. E não está aqui se referindo exclusivamente ao Brasil, pois a agricultura moderna é o padrão tecnológico que atualmente

organiza em todo o mundo a produção agrícola e o seu desenvolvimento (FUGLIE et al., 2012).

Por tais razões, admitindo *ex ante* que, em relação ao tema do presumido “modelo tecnológico agroecológico”, a sua defesa não responde a intenções movidas por má-fé, somente, então, é possível concluir que os proponentes da agroecologia fundamentam-se em argumentos derivados ou de ignorância abissal sobre o assunto agricultura sustentável, ou, então, representam adesão ao pensamento mágico. São colegas que parecem encantados com uma possibilidade futura, ainda indecifrável em nossos dias. Uma postura religiosa que acredita, como se fosse uma crença inabalável, que algo vai ocorrer em algum ponto não identificado no futuro, mudando os formatos tecnológicos que atualmente hegemonomizam a atividade econômica agricultura em praticamente todo o mundo. E, assim, reinarão nas regiões rurais as famílias moradoras em pequenos estabelecimentos intitulados de “familiares” (outro termo eivado de magia), que usufruirão as delícias de habitar permanentemente os espaços naturais – uma natureza pristina, retornada aos primórdios civilizacionais, sem nenhum uso de maléficis insumos agroindustriais urbanos, mas capazes, mesmo assim, de produzir o bem-estar e a prosperidade assegurados a si mesmas. Sem corar, a agroecologia no Brasil assume esse pensamento mágico, sendo também relevante observar de passagem que a vasta maioria dos proponentes da agroecologia não é de produtores agrícolas: são pessoas de extração social urbana ou, quando muito, operam alguma pequena atividade agrícola, mas ancorada em renda mensal garantida por outra atividade não

agrícola. Dessa forma, podem cultivar proposições mágicas exatamente porque pontificam sobre um ficcional mundo de fantasias idílicas, sem nenhuma correspondência com as realidades da produção agropecuária e da vida social e econômica das regiões rurais.

Se não fosse assim, ironia à parte, seus proponentes deveriam ser capazes, alternativamente, de oferecer sem hesitação os contornos, ainda que embrionários, do “formato tecnológico alternativo” (à agricultura moderna). Como se desconhece na literatura qualquer evidência, mesmo superficial, de um “novo modelo”, difunde-se uma falsidade que precisa ser destacada – a agroecologia, como modelo tecnológico, não existe.

Evitando o argumento de autoridade, a afirmação pode ser comprovada pela voz de um ativista da antiga “agricultura alternativa” – expressão utilizada por aqueles anteriormente envolvidos com esforços tecnológicos que seriam contrários à agricultura moderna. Mas também um produtor orgânico que coordenou uma das experiências mais bem-sucedidas nesse campo, vencida depois pela imensa complexidade imposta ao crescimento da experiência. O relato, embora breve, é profundamente ilustrativo das gigantescas dificuldades impostas a esses esforços (MESQUITA, 2013)². E pelo menos dois aspectos, na citação abaixo, precisam ser destacados. Em primeiro lugar, que os modelos tecnológicos chamados “alternativos”, com práticas concretas e experiências demonstrativas,

² Disponível em: <<https://seer.faccat.br/index.php/coloquio/issue/view/5>>. No mesmo endereço se encontram outros quatro artigos, que formam o “dossiê agroecologia”, que poderá interessar aos leitores.

são apenas quatro (as propostas orgânica, biológica, biodinâmica e natural), mas não existe qualquer modelo tecnológico que possa ser intitulado de “agroecológico”. E, em segundo lugar, como se afirma nitidamente, os esforços da agroecologia no Brasil agrupam, majoritariamente, os esforços de militantes políticos anticapitalistas que usam a bandeira de uma “agricultura sustentável” para camuflar suas reais intenções políticas. Conforme o autor:

[...] Até virar produtor orgânico nunca tinha ouvido o termo agroecologia. Conhecia apenas as diferentes linhas do campo da agricultura alternativa – orgânica, biológica, biodinâmica e natural. [...] de um lado estavam os ecologistas “puros” que defendiam o desenvolvimento de uma agricultura ecológica e sustentável do ponto de vista ambiental. Do outro lado estavam os ecologistas “revolucionários”, os quais preconizavam uma mudança no modelo de produção econômico como um todo, afetando toda a estrutura econômica, e não somente nos padrões técnicos de produção agrícola. Em síntese: eram, primeiramente, visões anticapitalistas. Ou seja, os revolucionários agregavam os movimentos sociais de esquerda, a esquerda revolucionária e os socialistas de todas as estirpes. Os ecologistas puros agregavam técnicos preocupados com a sustentabilidade da produção agrícola do ponto de vista ambiental e da qualidade dos alimentos, e não comungavam com nenhuma cartilha revolucionária visando a “transformação da sociedade” [...]. [Atualmente permanece] a mesma polarização entre ecologistas puros e revolucionários socialistas, só que travestida em nova roupagem. Numa expressão maniqueísta: os ecologistas puros viraram os “produtores malvados do agronegócio orgânico” e os socialistas revolucionários se tornaram os “agroecologistas defensores do bem” [...] muitos dos que se dizem agroecologistas são novos convertidos que empunham junto com a questão da

sustentabilidade ecológica a bandeira das transformações sociais (e econômicas) sem muita clareza sobre quais “novos” modelos (econômicos) estão de fato sendo defendidos.” (MESQUITA, 2013, *passim*).

Ademais, uma vez definida a inexistência de um modelo agroecológico que possa ser aplicado à agropecuária, deve-se apontar também que as demais propostas autodesignadas como “alternativas” (acima citadas) encontram-se confrontadas por dilemas e desafios crescentes. Basicamente, os modelos orgânico, biodinâmico, natural e ecológico defrontam-se com duas enormes barreiras à sua expansão e consolidação, deixando de comentar outras dificuldades: a complexidade na gestão e o aumento significativo dos custos. Sobre a primeira barreira, o próprio autor acima citado é igualmente enfático, ao afirmar que a defesa da agroecologia de

[...] sistemas totalmente adaptados às condições dos solos e dos climas que prescindam de insumos externos”, também exigindo que seja desenvolvida a combinação diversificada da produção animal e vegetal na mesma propriedade, “[...] torna os agrossistemas extremamente complexos e difíceis de gerenciar”, e realçando ainda que “[...] esses sistemas complexos dificilmente atrairão os agricultores integrados ao mercado”. Por isso, conclui o autor, “[...] entendo que a visão do movimento de agroecologia está muito longe da realidade (MESQUITA, 2013, p. 156).

A maior prova empírica relativa ao desafio imposto pela crescente complexidade da administração dos estabelecimentos rurais está registrada na história da agricultura mais avançada do planeta, a dos Estados Unidos. O desenvolvimento da agricultura nesse país demonstra, com nitidez estatística, que a cada vez mais presente complexidade dos

sistemas agroalimentares gradualmente forçou os produtores a especializarem-se, aos poucos padronizando seus sistemas agrícolas e concentrando-se em um menor número de cultivos (ou criações).

A necessidade de comandar conhecimentos que se tornam complexos, do ponto de vista produtivo, econômico e também organizacional, somada ao acirramento concorrencial, deixou duas opções aos produtores – ou serão os melhores na produção de poucos cultivos e criações, ou observarão a redução de suas chances de permanecer na atividade.

A Figura 1, a seguir, demonstra esses comportamentos sociais em pouco mais de um século, com a diversificação produtiva inicial desabando ao longo do tempo. Primeiramente, separaram a produção animal da produção vegetal e, posteriormente, as propriedades especializaram-se em pequeno número de cultivos. A explicação é simples: em uma atividade econômica (a agricultura) que não permite a diferenciação do produto e conta com milhares de ofertantes do mesmo produto (os agricultores), a especialização que simplifica a produção somente poderá mover-se pela busca incessante do aumento da produtividade, como única via para garantir a rentabilidade. Por essa razão prática, as chances de sistemas agrícolas de produção “ecologizados” que requerem o contrário – a multiplicidade de atividades de produção no interior do estabelecimento como um de seus “princípios” – dificilmente poderão prosperar na vida real. Enfrentarão custos mais altos, maior necessidade de mão de obra e, também, ampliarão cada vez mais a complexidade de seu funcionamento (e sua administração).

É improvável imaginar que um número crescente de produtores optará pela complexidade e pelos riscos maiores daí advindos, em detrimento de possibilidades convencionais de maior produção de renda. A aposta dos proponentes da agroecologia na existência significativa de tais produtores é uma aberração antropológica que apenas reforça o argumento sobre o desconhecimento da vida real por parte dos defensores do pensamento mágico.

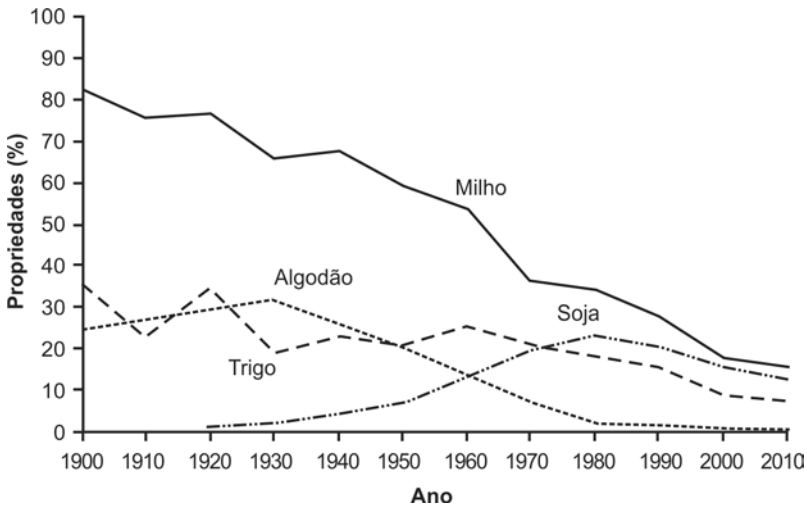


Figura 1. Principais cultivos nos Estados Unidos distribuídos por proporção de propriedades rurais, no período de 1900 a 2010.

A outra barreira diz respeito aos altos custos de produção de sistemas agrícolas “não convencionais”, como aqueles referidos. Mesmo em países onde o custo da força de trabalho é ainda relativamente baixo, como no Brasil, os formatos tecnológicos das agriculturas orgânica, ecológica, biodinâmica e natural requerem maior uso de trabalho, até mesmo para manter sistemas

agrícolas diversificados. Tal fato eleva em demasia os custos relativos à chamada agricultura convencional, a qual tende, pelo contrário, à padronização e à simplificação dos sistemas agrícolas (e, portanto, ao barateamento de seus produtos). Em face da competição dos produtos nos mercados, será preciso, de um lado, que prevaleça na sociedade uma forte consciência em relação à indispensabilidade da qualidade dos alimentos, mas a preços competitivos, se comparados aos produtos da agricultura convencional; e, de outro lado, com preços mais baixos, embora cultivados com a utilização de agroquímicos. Dessa forma, em última instância, o ponto de mudança, de um lado para o outro, acabará sendo o nível de renda dos compradores e, por isso, a conclusão de serem os produtos da “agricultura não convencional” aqueles que sempre ocuparão apenas nichos de mercado em sociedades com altos níveis de renda. Sobre esse argumento, a reportagem publicada no jornal inglês *The Guardian*, em março de 2015, é reveladora, sobretudo por se tratar de sociedade de renda mais alta e fortemente informada acerca dos temas ambientais. Ou seja, existem e expandem-se os mercados para os produtos da agricultura orgânica. Mas vêm sendo observadas taxas de abandono crescentes entre os produtores orgânicos, pressionados, em especial, por custos elevados e pela difícil administração de seus sistemas de produção. De acordo com a matéria jornalística:

[...] Os padrões orgânicos significam que os produtores são proibidos de utilizar herbicidas químicos, pesticidas e fertilizantes, e o uso de medicamentos como antibióticos é controlado. Produtividades mais baixas e custos mais altos são contrabalançados por preços mais elevados no varejo, além de subsídios

pagos aos produtores como recompensa aos cuidados ambientais e à proteção da vida selvagem [...]. Os dados do governo inglês mostram que, enquanto as vendas de alimentos orgânicos voltaram a crescer depois da baixa que se seguiu à crise financeira de 2008/9, o total de terra sendo cultivada organicamente na Inglaterra continua a diminuir. Em 2013 [...] as terras em processo de serem convertidas para o uso orgânico caíram 24% [...]. O número de produtores e processadores de alimentos orgânicos caiu pelo quinto ano seguido [...]. Por que, então, enquanto as vendas de orgânicos cresceram 4% em 2014, o segundo ano consecutivo de crescimento, os produtores estão desistindo? [...] [devido a] uma variedade de razões, do preço pago ao leite à deterioração dos solos, dos custos associados à certificação à falta de demanda local por produtos orgânicos e as longas distâncias necessárias para atingir os mercados. Todos esses são fatores que afetam a viabilidade econômica dos produtores (THE GUARDIAN, 2015, tradução nossa)³.

Em síntese, a mensagem principal desta primeira seção é, primeiramente, registrar a inexistência de um modelo tecnológico chamado de “agroecológico”, não passando de ficção as afirmações contrárias. E, secundariamente, sugerir que as experiências estudadas empiricamente sobre os modelos alternativos de fato existentes (a agricultura orgânica, que é o modelo principal, a agricultura biodinâmica, a agricultura ecológica e a agricultura natural) mostram uma contradição crescente entre demandas que se expandem, especialmente nas sociedades de renda mais alta, e o número de produtores dedicados à produção de alimentos que seguem as premissas tecnológicas previstas em cada um dos modelos referidos.

³ Disponível em: <<http://www.theguardian.com/environment/2015/mar/14/why-are-organic-farmers-across-britain-giving-up>>.

Custos crescentes e a gigantesca complexidade na administração têm implicado, quase sempre, a redução do número de produtores, ao longo do tempo. Persistindo essas duas tendências contraditórias, os modelos ecológicos de produção agropecuária tenderão a produzir lucros elevados, com o contínuo aumento dos preços dos produtos alimentares orgânicos, e, assim, começarão a atrair grandes capitais. A tendência, portanto, é que se tornem convencionais, nos termos de sua organização econômica e de sua administração, e, com o tempo, venham a ocupar um importante nicho de mercado, oferecendo alimentos “naturais” e atendendo à crescente demanda inspirada na noção de *food safety* dos mercados de rendas altas, sobretudo nos países mais desenvolvidos.⁴

Agroecologia é ciência?



Em decorrência da tentativa de ampliar a legitimidade das iniciativas ora em curso e ampliar a adesão à agroecologia, seus proponentes repetem com frequência que essa seria uma “ciência emergente”. Ou seja, um esforço para desenvolver um novo campo científico, ainda inicial, cujos contornos seriam, por isso mesmo, naturalmente indefinidos e pouco precisos. No entanto, mesmo que seja uma tentativa embrionária e, portanto, vaga em diversos de seus aspectos, sob o estatuto de

⁴ A tendência de “convencionalizar” da produção de alimentos orgânicos, incorporando uma irrestrita lógica de produção capitalista, tem sido discutida por diversos autores. Consulte-se, a respeito, Guthman (2014).

uma “ciência emergente”, diversos aspectos indicativos já deveriam estar presentes na literatura, nos projetos de pesquisa e nas investigações práticas em curso. Ou seja, mesmo sendo uma protociência, a agroecologia já deveria estar sinalizando alguma direção inteligível para uma futura ciência. Pelo menos um esboço de ontologia ou uma problemática científica digna do nome já deveria ser discernível. Caso contrário, como certamente é o caso, não passaria de um mero ato voluntarista de enunciação, um simples anúncio de uma palavra, ainda esvaziada de conteúdo.

O que é uma operação humana intitulada “ciência”? Não existe um consenso universal sobre sua definição e sobre as práticas sociais que necessariamente implicariam sua operacionalização, pois alguns dos requisitos identificadores variam entre os estudiosos do assunto. Contudo, utilizando-se critérios externos, há uma concordância razoável sobre o significado de ciência, pelo menos nas ciências chamadas de naturais. Se a “agroecologia” lida com uma atividade concreta, como a agropecuária, e pretende ser um esforço multidisciplinar, então, o que entendemos como ciência aplicável às ciências naturais deveria também, em grande proporção, aplicar-se a esse esforço dito emergente. Seguindo Elster (2007, p. 445), pode-se afirmar que uma disciplina se tornou científica e funciona a partir dos cânones da ciência quando se enquadra em proporção considerável à seguinte descrição: a) em determinado momento, há um acordo geral entre os seus praticantes sobre o que é verdadeiro e o que é falso, o que não passa de conjecturas e o que é ainda desconhecido nesse âmbito disciplinar; b) há um progresso cumulativo pelo qual

teorias e explicações, quando descartadas, são eliminadas para sempre; c) os principais conceitos e teorias podem ser expressos em termos claros e explícitos, permitindo que todos aqueles que se esforçam em trabalhar dentro desse campo disciplinar encontrem um campo conceitual introdutório que seja amplamente aceito; e d) os “clássicos” da disciplina despertam o interesse apenas dos historiadores da ciência, pois existe o pressuposto do avanço cumulativo do conhecimento.

Os critérios acima geralmente descrevem o modo de funcionamento das ciências naturais contemporâneas que já passaram por um tempo de consolidação, ainda que com algumas variações. Por exemplo, o primeiro critério não é encontrado na íntegra em praticamente nenhuma das disciplinas das ciências naturais, porque sempre existirá alguma controvérsia entre os praticantes de determinada disciplina. Mas é elevado o grau de consenso sobre as proposições e o conhecimento considerado verdadeiro, assim como sobre as proposições entendidas como falsas. Em especial, o terceiro critério (letra "c") é a prova factual que normalmente indica o grau de desenvolvimento científico de um campo disciplinar, sobretudo quando existem muitos manuais e livros sobre o assunto.

A agroecologia pode estar preenchendo alguns desses critérios, ainda que superficialmente, indicando um caminho científico que estaria sendo seguido? Infelizmente, nem remotamente esse é o caso. A afirmação de muitos de seus aderentes, sugerindo que seria uma “ciência emergente”, é, de fato, risível.

Na literatura, brasileira e internacional, sobre o assunto, são raríssimos os textos que se esforçam para aprofundar, ainda que timidamente, o que seria o conteúdo científico da agroecologia. No caso da literatura de autores brasileiros, apenas se verifica uma referência protocolar, que é repetida acriticamente em praticamente todos os textos: uma citação ligeira ao ecólogo norte-americano Stephen Gliessman, indicando com clareza que o autor sequer foi lido e é citado porque seria dele a “sustentação científica” da agroecologia, como se a simples referência a um autor estrangeiro automaticamente garantisse alguma certeza de estar emergindo uma ciência. Infelizmente, são posturas preguiçosas, pois Gliessman não criou ciência alguma, sequer um conceito ou teoria. Caso os seus textos fossem lidos e analisados de verdade pelos agroecologistas de plantão, perceberiam que seus escritos vêm propondo, tão somente, uma espécie de conclamação, exortando seus colegas a desenvolver esforços para criar o que ele propõe que seja uma “ecologia dos sistemas agroalimentares” e para a sólida formação de agroecólogos, ou seja, estudiosos da ecologia dos sistemas agroalimentares. Muito diferente da formação de agroecologistas, caracterizados apenas pela participação na militância agroecológica.

Mais precisamente:

[...] uma das mais completas definições de agroecologia, atualmente, é da *ecologia do sistema alimentar* [...] [Ela] tem o objetivo explícito de transformar os sistemas alimentares na direção da sustentabilidade, na qual existe um equilíbrio entre a adequação ecológica, a viabilidade econômica e a justiça social [...] Mas, para alcançar essa transformação, a mudança é

necessária em todas as partes do sistema alimentar, da semente e o solo até a mesa [dos consumidores]. (GLIESSMAN, 2013, 10, grifo do autor).

A sugestão acima, que é sensata e provavelmente necessária e desejável diante das facetas que têm caracterizado o desenvolvimento agrícola nos últimos 50 anos, inspirado na agricultura moderna e em suas diversas dimensões de insustentabilidade, é, no entanto, contraposta por outras definições, que são profundamente românticas e idealistas. Um dos mais ativos apoiadores do campo agroecológico, o sociólogo espanhol Eduardo Sevilla Guzmán, em artigo escrito em coautoria, sugere, por exemplo, que a agroecologia:

[...] promove o *manejo ecológico dos sistemas biológicos através de formas coletivas de ação social*, as quais redirecionam o curso da coevolução entre a natureza e a sociedade com o objetivo de confrontar a ‘crise da modernidade’. Esse objetivo será alcançado através de estratégias sistêmicas [...] para mudar [os] modos de produção e consumo humanos que produziram essa crise. Central em tais estratégias é a dimensão local, na qual encontramos o potencial endógeno codificado nos sistemas de conhecimento [...] que demonstram e promovem tanto a diversidade ecológica quanto a cultural. Essa diversidade deveria constituir o ponto de partida das agriculturas alternativas e o estabelecimento de sociedades rurais dinâmicas, mas também sustentáveis. (GUZMÁN; WOODGATE, 2013, p. 33, grifo do autor).

Curiosamente, entre a visão politicamente mais moderada de Gliessman (e, por isso mesmo, mais científica) e a visão hiperpolitizada proposta por Guzmán, cuja sociologia encontra seu enraizamento nas tradições do anarquismo espanhol, na literatura

brasileira nem um nem outro são discutidos (menos ainda, lidos). Os autores brasileiros, pelo contrário, apenas introduzem superficialmente o “pedágio da deferência”, citando o primeiro autor, geralmente sem fazer nenhum comentário. Os debates nacionais tornam-se, dessa forma, ainda mais superficiais, contentando-se com a descrição de pequenos casos, ou, então, sugerindo (falsos) desenvolvimentos espetaculares, que são típicos, nesse caso, não apenas de autores brasileiros, mas também de latino-americanos. É o caso de outro nome referencial, o entomologista chileno Miguel Altieri, quando cita, em artigo escrito em coautoria, que a ideia central da agroecologia é avançar para

[...] além das práticas agrícolas alternativas e desenvolver agroecossistemas com dependência mínima de agroquímicos e insumos energéticos. Agroecologia é uma ciência e um conjunto de práticas [...] agroecologia enfatiza as capacidades das comunidades locais para experimentar, avaliar e ampliar as inovações através da pesquisa entre os produtores e os enfoques de extensão de base (ALTIERI; TOLEDO, 2011, p. 588).

Ainda mais surpreendente é os autores estarem defendendo a ideia de que estaria ocorrendo no Brasil um despertar agroecológico, e, seguindo fortemente as tradições do populismo agrário do continente, sugerirem a existência de uma revolução agroecológica em diversos países (ALTIERI; TOLEDO, 2011, p. 588). Essa visão apologética e pueril, como seria esperado, é compartilhada pelos ideólogos brasileiros que difundem o mesmo ideário, ainda que todas as evidências empíricas e factuais apontem exatamente o contrário:

[...] notáveis avanços têm sido feitos no Brasil [...] as sementes para essa mudança têm sido amplamente disseminadas e estão agora germinando através do trabalho de educadores, pesquisadores e técnicos extensionistas, os quais, individualmente ou coletivamente, inovam na forma de compreender e participar na produção (PETERSEN et al., 2013, p. 107).

Essas reflexões, não obstante serem passageiras, reforçam o comentário inicial e o propósito principal desta seção. Não é possível identificar na literatura, brasileira ou internacional, nenhuma evidência concreta de resultados que aproximem a agroecologia de algum esboço de ciência, ainda que sob contornos preliminares. Apenas a monótona repetição do mantra quase religioso – “é uma ciência nascente” – ou da frase mais esotérica ainda – “é uma nova forma de fazer ciência” –, reforçando um típico autoengano, sem que sejam apontados os elementos fundadores desse esforço. Infelizmente, a proposta de Gliessman, que é a mais viável e poderia produzir em algum tempo os primeiros resultados científicos de alguma relevância (ou seja, desenvolver um campo multidisciplinar em torno da ecologia dos sistemas agroalimentares), vem sendo marginalizada em prol das sugestões fortemente ideológicas e populistas de outros autores, como Guzmán, Altieri e seus seguidores brasileiros, os quais propõem uma tarefa inviável, conforme os breves comentários acima referidos do autor espanhol e seus colaboradores. Imaginar que sistemas ecologizados de produção agropecuária poderão ser sustentados, primeiramente, em formas de ação coletiva representa um delírio ideológico, em face das transformações sociais, produtivas e econômicas ora em curso

na maior parte das regiões rurais do Brasil e do restante da América Latina (como, por exemplo, o esvaziamento do campo e a monetarização das atividades).

O que é a agroecologia no Brasil?



ão sendo uma proposta técnica para reorganizar os sistemas de produção agropecuários e, também, não sendo um esforço de cientistas engajados, de fato, na construção de um novo campo multidisciplinar que interprete a ecologia dos sistemas agroalimentares, o que é, então, a agroecologia, tal como está sendo difundida no País? Infelizmente, não existe outra explicação para entender o que observamos em relação às iniciativas realizadas sob o nome de agroecologia: trata-se, e apenas disto, de uma ação política destinada a ampliar os espaços de influência, poder e proselitismo dos setores partidários que, no passado, foram chamados de “esquerda agrária”. São setores que foram perdendo sua influência, em especial pelo arrefecimento da histórica bandeira da reforma agrária e da antiga predominância de leituras agraristas que marcaram tão fortemente o imaginário social e a literatura que analisava os processos sociais rurais no Brasil. Em face da peculiar história brasileira, na qual uma economia agrícola foi amplamente dominante até (aproximadamente) uma geração atrás e o campo brasileiro abrigou proporções significativas de cidadãos, o peso da forte desigualdade social nas

regiões rurais, ancorada no domínio da grande propriedade territorial, determinou nossas leituras de realidade. Em decorrência, inúmeros estudiosos e observadores da cena brasileira, responsáveis por diversos livros clássicos sobre o Brasil, sempre registraram como fatores decisivos a presença socialmente negativa do latifúndio, os grandes proprietários de terra e uma deletéria história agrária marcada por conflitos recorrentes. Por essa razão, a chamada questão agrária brasileira, até mesmo entre alguns autores de pendor conservador, foi marcada pela discussão sobre a necessidade da reforma agrária, como o mecanismo de transformação das iniquidades que marcaram a nossa história rural.

No período contemporâneo, o histórico da reforma agrária brasileira foi pífio, quando era ainda necessária. Apenas nas últimas duas décadas (a partir de meados dos anos 1990) é que o processo de redistribuição fundiária avançou. Foram distribuídos aproximadamente 80 milhões de hectares, uma área maior do que o total da área plantada do País, e mais de 1 milhão de famílias foram beneficiadas. Quando esses números, no entanto, foram atingidos, as regiões rurais passaram a observar, simultaneamente, um rápido processo de esvaziamento (GORI, 2014) e gradualmente desapareceu a demanda social pelo acesso à terra. Em consequência, os setores motivados politicamente pela bandeira da reforma agrária observaram, paulatinamente, igual esvaziamento de suas iniciativas políticas.

Na mesma década, a emergência dos temas ambientais permitiu que se delineasse uma estratégia

de ação política em torno da palavra agroecologia. Foram iniciativas colocadas em prática a partir do final da década de 1990 e que ganharam força no presente século, graças a diversos aliados situados em partes do Estado brasileiro, seja no governo federal, seja entre aqueles militantes e simpatizantes políticos que servem nos governos estaduais. Em consequência, a combinação do esgotamento da bandeira da reforma agrária com a emergência e a crescente institucionalização de outra expressão – a “agricultura familiar” –, a simpatia social pelos temas ambientais e o desconhecimento da maioria sobre as propostas alternativas de organização da produção agropecuária, e sua substituição por “agroecologia”, vem permitindo criar uma cortina de fumaça em torno do significado e dos reais propósitos de sua emergência. A maior demonstração da aberta manipulação, por parte da esquerda agrária convencional, foi a assinatura do Decreto nº 7.794 (BRASIL, 2012), que instituiu a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.

Essa política instituiu, de fato, o surrealismo como ação governamental, por uma singela razão: sequer define o que é agroecologia, em nenhuma de seus artigos ou anexos. E mais claramente: o decreto, aproveitando-se da institucionalização já existente da agricultura orgânica, que já tinha história e diversas formalidades constituídas, contrabandeou o termo “agroecologia” para o título e algumas de suas partes, abrindo, dessa forma, diversas portas do Estado brasileiro para os militantes da esquerda agrária. Por isso, não demoraram a surgir os editais do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq) e a aprovação de cursos (de graduação e pós-graduação) pelo Ministério da Educação (MEC) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), assim como outras iniciativas, inclusive a alocação de fundos para pesquisa, por exemplo, no âmbito da Embrapa.

Em síntese, a agroecologia no Brasil é apenas isto: a ação política da esquerda agrária tradicional conquistando uma nova bandeira para sua ação e, em consequência, espaços de poder em diversas áreas do Estado. Desenvolvimento rural ou bem-estar das famílias rurais mais pobres surgem nessas narrativas de forma meramente retórica, sem nenhuma sustentação empírica. Sendo uma iniciativa política da esquerda, somente pode seguir uma orientação anticapitalista e, portanto, também se apresenta em oposição à agricultura moderna que vem se desenvolvendo no Brasil. Como esta última tem obtido impressionantes resultados, em termos de produção e elevação da produtividade, é curioso que aquela possa ser ação que vem gradualmente firmando raízes em diferentes âmbitos institucionais, conquistando aliados e expandindo-se. É ainda mais curioso, talvez surpreendente, que a agroecologia possa também se ampliar quando não representa sequer uma "receita técnica" para os produtores, passível de ser registrada empiricamente, e, menos ainda, quando não apresenta nem mesmo um verniz científico de alguma natureza. Por todas essas razões, a agroecologia no Brasil é fenômeno tão bizarro. Provavelmente, uma vez desmascarados os seus ocultos propósitos, será onda que tenderá a refluir.

O crescimento da agroecologia no Brasil nos últimos anos também tem se beneficiado de uma onda

populista que encontra aliados em outros países, especialmente em partes da Europa. A título de ilustração e sem maior detalhamento, cite-se o artigo de Ferrante et al. (2015), cujo populismo surge já no título, pois menciona uma “perspectiva camponesa europeia”, como se tal perspectiva, de fato, existisse em termos concretos. Contudo, publicado em uma revista internacional e contando com autores ligados a universidades tradicionais, textos como esse adicionam capital acadêmico (e supostamente científico) à agroecologia, contribuição que tem sido rapidamente utilizada por aqueles ativistas que, no Brasil, difundem o termo e suas implicações.

Considerações finais



Este artigo pretendeu indicar, ainda que muito esquematicamente, algumas das facetas mais salientes em torno do termo “agroecologia” e sua disseminação no Brasil. Descartando *in limine* que a palavra possa encerrar em si mesma qualquer compreensão que seja sociopolítica, prometendo um processo de transformação social amplo, por ser uma proposição absurda, foram discutidas, nas seções anteriores, duas possibilidades que poderiam ser lógicas, se concretizadas. Primeiramente, o termo parece propor que existiria um formato tecnológico novo, inovador e radicalmente distinto da chamada agricultura moderna e, em consequência, seria necessário identificar e descrever os ingredientes constituintes desse suposto modelo.

Argumenta-se que, de fato, esse modelo não existe e, dessa forma, essa primeira possibilidade é descartada. Por isso, não é, de forma alguma, um sinônimo de agricultura sustentável.

Em segundo lugar, seria também logicamente possível propor que a agroecologia, não podendo oferecer um modelo tecnológico alternativo, seria, então, uma ciência em construção, um esforço coletivo que talvez estivesse sendo empreendido em diversas instituições (e até mesmo em países) para desenvolver uma nova ciência. Defende-se, contrariamente, que, na literatura existente, as evidências desse esforço não existem e, em consequência, também essa possibilidade não é real. Nada que se conheça se aproximaria das práticas e dos esforços que definiríamos como ciência e, em consequência, a agroecologia também não parece ser uma tentativa de produzir um novo campo científico, ainda que embrionário.

Não sendo nenhuma das duas vias acima registradas, o que seria, então? Na terceira e conclusiva seção do comentário, é defendido que a agroecologia, como ocorre no Brasil, não passa de uma ação política de um grupo que tradicionalmente vem sendo chamado de “esquerda agrária”. É um grupo anticapitalista, que procura desenvolver a contestação política da agricultura moderna e, para isso, desenvolveu uma estratégia, até aqui bem-sucedida, usando a agroecologia como seu cavalo de Troia. Provavelmente, esse é um esforço que não deverá prosperar mais do que conseguiu até aqui, e por muitas razões que este espaço não permite discutir. Mas as impossibilidades da agroecologia no Brasil, além dos

aspectos citados e discutidos neste artigo, também se ressentem da forte urbanização da sociedade (e do desinteresse pelos temas rurais), da percepção acerca do sucesso da agricultura e de seu desempenho produtivo no País e, provavelmente, da redução do apoio governamental às iniciativas do campo agroecológico, o que poderá ocorrer futuramente, com mudanças de governo.

Referências



ALTIERI, M. A.; TOLEDO, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **The Journal of Peasant Studies**, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011.

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política de Agroecologia e a Produção Orgânica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 de ago. 2012.

ELSTER, J. **Explaining social behavior**: more nuts and bolts for the social sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

FERRANTE, A.; KORZENSZKY, A.; LANAGE, J.; MAASS, H. The meaning of agroecology from a European peasant perspective. **Future of Food: Journal of Food, Agriculture and Society**, v. 2, n. 2, p. 74-79, 2015.

FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; ELDON, B. V. **Productivity growth in agriculture**: an international perspective. Wallingford: CAB International, 2012.

- GLIESSMAN, S. Agroecology: growing the roots of resistance. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n. 1, p. 19-31, 2013.
- GORI, A., O esvaziamento demográfico rural. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. R. **O mundo rural no Brasil do século 21**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 1081-1097.
- GUTHMAN, J. **Agrarian dreams**: the paradox of organic farming in California. California: University of California Press, 2014.
- GUZMÁN, E. S.; WOODGATE, G. Agroecology: foundations in agrarian social thought and sociological theory. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, p. 32-44, 2013.
- MARTINS, J. S. **O poder do atraso**: ensaios em sociologia da história lenta. São Paulo: Hucitec, 1994. 174 p.
- MESQUITA, F. F. Agricultura orgânica: relato de uma experiência. **Colóquio**, v. 10, n. 2, p. 149-156, jul./dez. 2013.
- NAVARRO, Z. A agroecologia: as coisas em seu lugar (A agronomia brasileira visita a terra dos duendes). **Colóquio**, v. 10, n. 1, p. 11-15, jan./jun. 2013.
- PETERSEN, P.; MUSSOI, E. M.; SOGLIO, F. D. Institutionalization of the agroecological approach in Brazil: advances and challenges. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n. 1, p. 103-114, 2013.

Títulos lançados



1998

Nº 1 – A pesquisa e o problema de pesquisa: quem os determina?
Ivan Sergio Freire de Sousa

Nº 2 – Projeção da demanda regional de grãos N° Brasil: 1996 a 2005
Yoshihiko Sugai, Antonio Raphael Teixeira Filho, Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira e Antonio Jorge de Oliveira

1999

Nº 3 – Impacto das cultivares de soja da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento
Fábio Afonso de Almeida, Clóvis Terra Wetzel e Antonio Flávio Dias Ávila

2000

Nº 4 – Análise e gestão de sistemas de inovação em organizações públicas de P&D no agronegócio
Maria Lúcia D'Apice Paez

Nº 5 – Política nacional de C&T e o programa de biotecnologia do MCT
Ronaldo Mota Sardenberg

Nº 6 – Populações indígenas e resgate de tradições agrícolas
José Pereira da Silva

2001

Nº 7 – Seleção de áreas adaptativas ao desenvolvimento agrícola, usando-se algoritmos genéticos
Jaime Hidehiko Tsuruta, Takashi Hoshi e Yoshihiko Sugai

Nº 8 – O papel da soja com referência à oferta de alimento e demanda global
Hideki Ozeki, Yoshihiko Sugai e Antonio Raphael Teixeira Filho

Nº 9 – Agricultura familiar: prioridade da Embrapa
Eliseu Alves

Nº 10 – Classificação e padronização de produtos, com ênfase na agropecuária: uma análise histórico-conceitual
Ivan Sergio Freire de Sousa

2002

Nº 11 – A Embrapa e a aquicultura: demandas e prioridades de pesquisa

Júlio Ferraz de Queiroz, José Nestor de Paula Lourenço e Paulo Choji Kitamura (Eds.)

Nº 12 – Adição de derivados da mandioca à farinha de trigo: algumas reflexões

Carlos Estevão Leite Cardoso e Augusto Hauber Gameiro

Nº 13 – Avaliação de impacto social de pesquisa agropecuária: a busca de uma metodologia baseada em indicadores

Levon Yeganiantz e Manoel Moacir Costa Macêdo

Nº 14 – Qualidade e certificação de produtos agropecuários

Maria Conceição Peres Young Pessoa, Aderaldo de Souza Silva e Cilas Pacheco Camargo

Nº 15 – Considerações estatísticas sobre a lei dos julgamentos categóricos

Geraldo da Silva e Souza

Nº 16 – Comércio internacional, Brasil e agronegócio

Luiz Jésus d'Ávila Magalhães

2003

Nº 17 – Funções de produção – uma abordagem estatística com o uso de modelos de encapsulamento de dados

Geraldo da Silva e Souza

Nº 18 – Benefícios e estratégias de utilização sustentável da Amazônia

Afonso Celso Candeira Valois

Nº 19 – Possibilidades de uso de genótipos modificados e seus benefícios

Afonso Celso Candeira Valois

2004

Nº 20 – Impacto de exportação do café na economia do Brasil – análise da matriz de insumo-produto

Yoshihiko Sugai, Antônio R. Teixeira Filho e Elisio Contini

Nº 21 – Breve história da estatística

José Maria Pompeu Memória

Nº 22 – A liberalização econômica da China e sua importância para as exportações do agronegócio brasileiro
Antônio Luiz Machado de Moraes

2005

Nº 23 – Projetos de implantação do desenvolvimento sustentável no Plano Plurianual 2000 a 2003: análise de gestão e política pública em C & T.
Marlene de Araújo

2006

Nº 24 – Educação, tecnologia e desenvolvimento rural – relato de um caso em construção
Elisa Guedes Duarte e Vicente G. F. Guedes

2007

Nº 25 – Qualidade do emprego e condições de vida das famílias dos empregados na agricultura brasileira Nº período 1992–2004
Otávio Valentim Balsadi

Nº 26 – Sistemas de gestão da qualidade Nº campo
Vitor Hugo de Oliveira, Janice Ribeiro Lima, Renata Tieko Nassu, Maria do Socorro Rocha Bastos, Andréia Hansen Oster e Luzia Maria de Souza Oliveira

2008

Nº 27 – Extrativismo, biodiversidade e biopirataria na Amazônia
Alfredo Kingo Oyama Homma

Nº 28 – A construção das alegações de saúde para alimentos funcionais
André Luiz Bianco

Nº 29 – Algumas reflexões sobre a polêmica agronegócio versus agricultura familiar
Ana Lúcia E. F. Valente

Nº 30 – Agricultura familiar versus agronegócio: a dinâmica sociopolítica do campo brasileiro
Sérgio Sauer

Nº 31 – O conteúdo social da tecnologia
Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro

Nº 32 – Dimensões, riscos e desafios da atual expansão canavieira
Tamás Szmrecsányi, Pedro Ramos, Luiz Octávio Ramos Filho e Alceu de Arruda Veiga Filho

Nº 33 – Procedimentos de sustentabilidade no sistema de produção de grãos
Carlos Magri Ferreira

Nº 34 – A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas
Altair Toledo Machado, Juliana Santilli e Rogério Magalhães

2009

Nº 35 – As indicações geográficas como estratégia mercadológica para vinhos
Rogério Fabrício Glass e Antônio Maria Gomes de Castro

Nº 36 – Embrapa Brasil: análise bibliométrica dos artigos na Web of Science (1977–2006)
Roberto de Camargo Penteado Filho e Antonio Flavio Dias Avila

Nº 37 – Estudo das citações dos artigos da Embrapa na Web of Science de 1977 a 2006
Roberto de Camargo Penteado Filho e Antonio Flavio Dias Avila

2010

Nº 38 – Rumo a uma sociologia da agroenergia
Ivan Sergio Freire de Sousa

Nº 39 – Fatores de influência no preço do milho no Brasil
Carlos Eduardo Caldarelli e Mirian Rumenos Piedade Bacchi

2011

Nº 40 – Questões críticas em validação de métodos analíticos
Elisabeth Borges Gonçalves, Ana Paula Guedes Alves e Paula Alves Martins

Nº 41 – Agricultura de montanha: uma prioridade latente na agenda da pesquisa brasileira
Amazile López, Adriana Maria de Aquino e Renato Linhares de Assis

Nº 42 – Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar
Zander Navarro e Maria Thereza Macedo Pedroso

2012

Nº 43 – Fatores limitantes à expansão dos sistemas produtivos de palma na Amazônia

Marivânia Garcia da Rocha e Antônio Maria Gomes de Castro

2015

Nº 44 – Modelo conceitual para transferência de tecnologia na Embrapa: um esboço

Alberto R. Cavalcanti

2016

Nº 45 – Assentamentos rurais no Brasil: uma releitura

Paulo Freire Mello

2016

Nº 46 – Biodiversidade, biotecnologia e organismos transgênicos

Afonso Celso Candeira Valois

Instruções aos Autores

Submissão

O artigo deve ser enviado à editoria no endereço eletrônico textoparadiscussao@embrapa.br.

No arquivo eletrônico deve constar o nome completo e demais dados que possibilitem a identificação do(s) autor(es).

Apresentação

Forma – Independentemente do número de autores, da complexidade ou da extensão do tema em enfoque, para ser editado na série o artigo original deve ser inédito.

O texto deve ser digitado em Word, em papel no formato A4, com margens superior e lateral direita de 3 cm, e inferior e lateral esquerda de 2,5 cm. O espaçamento entre linhas e o de recuo de parágrafo devem ser ambos de 1,5 cm. Além disso, o artigo deve ser redigido em fonte Times New Roman, e em corpo 12; com número de páginas (numeradas sequencialmente em algarismos arábicos) limitado entre 30 e 200 (já com a inclusão de tabelas, figuras e referências).

Autores que operam programas de edição de texto diferentes do padrão Microsoft (como o BrOffice.org) devem ter o cuidado de gravar o material a ser enviado para submissão no formato documento (*.doc).

Estilo – O texto deve ser escrito em linguagem técnico-científica. Não deve ter a forma de um relatório e tampouco de um artigo de opinião destinado à mídia, por exemplo.

Autoria – No rol de autores, o nome completo de cada um deles deve ser separado por vírgulas, e limitar-se a um máximo de 160 (cento e sessenta) caracteres, incluídos os espaços entre palavras. Portanto, se necessário, os próprios autores devem abreviar seu nome e sobrenome de modo a respeitar esse limite.

A(s) nota(s) de rodapé (uma para cada autor), que deve(m) constar da primeira página do artigo, deve(m) apresentar a qualificação dos autores. Tal(is) nota(s) deve(m) ser vinculada(s) ao nome do(s) autor(es) e conter: formação e grau acadêmico, tipo de vínculo institucional (se for o caso), endereço postal completo e endereço eletrônico. Caso o trabalho submetido à publicação seja resultante de financiamento, a instituição financiadora pode ser citada.

Na primeira nota de rodapé, vinculada ao título geral, a editoria recomenda registrar informação sobre a procedência do artigo, caso ele tenha se originado de um trabalho anterior: monografia, dissertação, tese, livre docência, pós-doutoramento, projeto de pesquisa encerrado ou em andamento, entre outros.

Estrutura – O artigo deve conter, ordenados, os seguintes elementos: título geral, autoria, resumo e termos para indexação, título em inglês, abstract e index terms, introdução, desenvolvimento (o conteúdo deve ser hierarquizado em subtítulos), conclusões e referências

(bibliográficas, eletrônicas, pictográficas, entre outras, que contenham, exclusivamente, as fontes citadas).

As partes “desenvolvimento” e “conclusões” devem estar claramente definidas; entretanto, não precisam, necessariamente, ser assim intituladas.

Título: Deve ser claro e objetivo, sintetizar o conteúdo e ser grafado com, no máximo, 83 (oitenta e três) caracteres, incluídos os espaços entre palavras.

Resumo: Deve vir na primeira página, logo abaixo do título e da indicação de autoria, no máximo com 300 palavras. Deve ser redigido com frases curtas, claras e objetivas, que enfoquem o objetivo central do trabalho, os métodos empregados na pesquisa (se for o caso), além de seus resultados e conclusões. É altamente recomendável evitar, no resumo, citações bibliográficas, agradecimentos e siglas.

Termos para indexação: Logo após o resumo devem vir citados de 3 a 5 termos para indexação. Deve-se evitar a seleção de palavras que já constem do título do artigo e da série, bem como do nome dos autores.

Title, abstract e index terms: Logo após a apresentação, em português, do título, do resumo e dos termos para indexação, deve vir a tradução de todos esses elementos para o idioma inglês.

Notas de rodapé: Devem ser em número reduzido e constar da mesma página de sua chamada, cuja indicação deve ser feita por número em algarismo arábico e sobrescrito. Recomenda-se que seu texto – que deve vir grafado no pé da página, sob um fio – seja de natureza substantiva (e não bibliográfica).

Citações: Tanto as diretas quanto as indiretas devem ser feitas em conformidade com normas da ABNT.

Referências: São indicações de dados completos de obras citadas ao longo do artigo, as quais devem ser elaboradas em conformidade com normas da ABNT.

Figuras: São gráficos, desenhos, mapas, fotografias, lâminas ou outras formas pictográficas usadas no trabalho, as quais devem ser produzidas em escala de cinza. Devem ser numeradas em algarismos arábicos e em ordem sequencial, trazer legenda elucidativa em que, além das especificações próprias, contenham também título, fonte e/ou, se for o caso, crédito (nome de fotógrafo, ilustrador, etc.). Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

Tabelas: Devem ser produzidas em escala de cinza, e, se for o caso, com diferenciação com cores; e ser numeradas em algarismos arábicos. Além disso, devem ter tanto sua chamada quanto sua inserção em ordem sequencial no texto, e conter fonte e títulos (geral e de cada coluna).

Orientações para o envio dos artigos

O documento de encaminhamento dos originais para submissão, análise e seleção na série deve ser em forma de carta eletrônica (e-mail), remetida pelo autor, ou pelo primeiro autor, na qual devem constar:

- Título do trabalho.
- Nome completo do(s) autor(es), seguido da indicação dos seguintes dados: formação e grau acadêmico, tipo de vínculo institucional (se for o caso), endereço institucional completo e endereço eletrônico.
- Concordância expressa do(s) autor(es) em relação à submissão do trabalho.
- Declaração de que o trabalho é original e de que não foi submetido à edição em outra publicação, quer seja impressa, quer seja eletrônica.
- Autorização para que, na condição de detentora dos direitos patrimoniais de artigo editado da série Texto para Discussão, assim como de garantidora de direitos morais de seu(s) autor(es), a Embrapa possa:
 - a) Reproduzi-lo por qualquer meio, a qualquer tempo, em qualquer suporte físico, no todo ou em parte.
 - b) Divulgá-lo e publicá-lo.
 - c) Utilizá-lo de forma onerosa ou não, sem limite de quantidade de exemplares, de impressão ou de edição.
 - d) Disponibilizá-lo na internet.
 - e) Autorizar terceiro a praticar quaisquer dos atos relacionados nos itens anteriores.

Caso necessário (envio de CD, por exemplo), o seguinte endereço postal deve ser utilizado:

Série *Texto para Discussão*

Editoria

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - DPD

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

Caixa Postal 8605

70770-901 Brasília, DF

Endereço eletrônico: textoparadiscussao@embrapa.br

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*

G U
g y i k p
A s K d
V z b f
G T f o
G W
M

Texto
para
D**iscussã**O